
REALE ACCADEMIA DELLE SCIENZE DI TORINO
F2 X 67

MANUALE

DI

CHIMICA APPLICATA ALLE ARTI

MANUALE

DI

CHIMICA APPLICATA ALLE ARTI

DEL DOTT. CAV.

ASCANIO SOBRERO

Reggente la Cattedra di Chimica applicata alle Arti nelle Regie Scuole Tecniche di Torino, Professore Sostituito di Chimica Generale presso la Regia Università, Socio della Regia Accademia delle Scienze, e della Regia Accademia d'Agricoltura di Torino, Corrispondente dell'Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna, dell'Ateneo di Venezia, della Società di Farmacia di Parigi ecc.

VOLUME I.

TORINO

CUGINI POMBA E COMP.

1851.



Tip. Soc. degli Artisti A. Pons e C.



Alla venerata memoria del mio illustre Maestro G. ANTONIO GIOBERT *da Mongardino, il quale pubblicamente insegnò per molti anni la Chimica generale e le sue applicazioni alle arti nella Università di Torino, quest'Opera io dedico riverente, quale modesto tributo di ammirazione e riconoscenza.*

A. SOBRERO.

PREFAZIONE.

Da lungo tempo io bramava ardentemente di secondare un voto espresso dagli uditori che frequentavano le mie Lezioni di Chimica applicata alle arti, pubblicando colle stampe un testo, in cui si riassumessero le cose da me esposte in esse, le teorie svolte, i fatti sui quali queste si appoggiavano, ed i procedimenti industriali che io dichiarava. Persuaso io pure come essi, che a rendere durevole il vantaggio d'un pubblico insegnamento, sia necessario consegnare tra le mani degli uditori un'opera, che all'uopo consultata e meditata, risvegli nella mente del lettore le idee le quali, alla sola memoria affidate, presto si dileguerebbero, io mi accinsi di buon grado a questo lavoro, a cui d'altronde io mi reputai in certo modo obbligato, perciocchè altramente io non avrei meglio potuto dimostrare ai miei uditori in qual conto io tenessi quel loro desiderio; il quale e per un lato mi confortava, inducendomi a credere che nel mio insegnamento avessero essi rinvenuto almeno qualche ombra di buono, e per l'altro mi poneva in sulla via di esternar loro col fatto la mia riconoscenza per le cortesi accoglienze, e per

le dimostrazioni di affetto, onde essi mi vollero costantemente onorare

Dirò di più, che il secondare l'eccitamento cortese de' miei uditori, mi pareva cosa più che in altri tempi opportuna in questo, in cui gli animi, non del Piemonte solo, ma dell'Italia tutta, volgonsi avidamente a cercare nell'industria e nel commercio l'accrescimento della pubblica e della privata prosperità; in cui le scienze, che al commercio ed all' industria prestano lumi e sussidii, vengono più che mai coltivate ed amate, perchè più che mai si apprezzano e si calcolano al giusto loro valore i beneficii che esse possono fruttare.

Un' opera che specialmente trattasse della chimica considerata in tutto il suo àmbito e nella sfera specialmente delle sue applicazioni all'industria, mi parve che non solo gradita sarebbe tornata ai cultori delle arti in Piemonte, ma avrebbe potuto recare qualche vantaggio a tutti gli artefici d' Italia; tanto più che di opere a tale scopo dirette manca assolutamente la penisola, la quale è costretta a valersi d'opere straniere, e queste ancora scarse di numero, e spesso ristrette all' esposizione di quanto riguarda un piccol novero d'arti. Così il bisogno dei miei uditori mi condusse a più esteso concetto ed a cercar modo di tornar vantaggioso alle arti ed agli artefici Italiani. Nè certamente i miei uditori vorranno ascrivermi a peccato questo pensiero, poichè la comunanza della patria, del linguaggio, degli studi, dell'opera, dello scopo, sono vincoli di fratellanza e di benevolenza.

Tale è l'origine della presente opera, che prima d'ora mi sarei accinto a pubblicare, se gli avvenimenti passati, e dei quali serberem tutti eterna memoria, non me l'avessero impedito.

Ma perciocchè dal concepire un disegno all'eseguirlo corre gran tratto, ed il desiderio il più lodevole torna talvolta, pel modo di esecuzione, privo di utili risultamenti, e talaltra an-

cora, in fatto di libri destinati all'istruzione, genera frutti piuttosto perniciosi che buoni; così in sul bel momento di avventurare questa mia opera alla pubblicità della stampa, io non posso a meno di chiedere a me stesso: — Sarà poi veramente questo tuo lavoro atto a promuovere l'incremento delle arti chimiche? la via che hai scelta è essa acconcia al conseguimento del lodevole scopo? non hai tu forse peccato per troppa prolissità o per soverchia concisione? in una parola, hai tu qualche ragionevole motivo per credere che l'opera tua corrisponda al tuo divisamento? — A queste questioni che riguardano l'esecuzione, io non oso rispondere, chè non vorrei nè potrei pronunciare parola di lode senza venir tacciato d'orgogliosa compiacenza, nè, se mi ponessi a biasimare l'opera mia, potrei sfuggire il rimprovero d'essere contraddicente a me stesso, sottoponendo alla critica altrui ciò che io spontaneamente avrei riprovato.

Ai miei lettori, i quali in parte pur furono miei uditori, io affido l'opera presente, e lascio ad essi l'incarico di pronunciare l'imparziale giudicio. Forse la loro benevolenza verso di me, e la considerazione del fine che mi determinò a questa pubblicazione, li renderanno meno severi che io non sono; giacchè io debbo pure confessarlo, quella confidenza e quel coraggio che mi spingeva a redigere questo lavoro, ora che mi accingo a pubblicarlo, interamente mi abbandonano, talchè se la promessa non mi legasse, il mio manoscritto si rimarrebbe per sempre nascosto nel più recondito angolo del mio studio. E ciò dico non per affettata modestia, che talvolta è velo d'orgoglio, ma per l'intimo convincimento, che per quanta cura io adoperassi nel comporlo, e per quanta diligenza io vi ponessi, pure molte imperfezioni e molte mende vi si rinverranno, che altri più valente di me avrebbe schivate e corrette.

Ma tuttochè per tal guisa io sia piuttosto propenso a biasi-

mare che a lodare il mio lavoro, tuttavia, essendochè oramai io non posso più arretrarmi, e forza mi è continuare l' incominciata impresa, io dirò alcune parole, le quali servano a dichiarare le ragioni e le idee che mi guidarono nel comporla, affinchè se qualcuna di quelle mende potesse il lettore scusare e perdonare in grazia degli addotti motivi, sì il faccia, talchè per tal modo la somma del biasimo venga alquanto scemata.

E perciocchè quest'opera è una quasi fedele esposizione del mio corso di lezioni serali dette nelle scuole tecniche di questa nostra città, così io mi trovo naturalmente condotto a discorrere del metodo che io ho seguito in questo corso, ed a cui, siccome a quello che più acconcio mi parve, e mi par tuttora, a rendere profittevole il mio insegnare, io mi propongo di attenermi negli anni avvenire.

Che a promuovere l'avanzamento dell' industria in generale giovino le scuole che si aggirano intorno alle applicazioni delle scienze, che sono l'anima delle arti, è cosa tanto palpabile che niuno può metterla in dubbio. Ma nell'insegnamento tecnico non una è la via che si debbe tenere, ma varia secondo l'indole degli uditori, o, per dir più chiaro, secondo la loro più o meno innoltrata istruzione. E ciò che dico in genere, è d'uopo si dica in particolare della Chimica.

Ed in primo luogo io pongo per base, che a rendere efficace e proficua una scuola di applicazioni della Chimica alle arti, prima condizione ed essenziale si è che gli alunni che debbono frequentarla abbiano già coltivata la mente loro colla primaria istruzione, senza la quale ogni altro studio è impossibile.

Nè certamente ad alcuno potrà venire in pensiero che le applicazioni della Chimica alle arti si possano rendere accessibili a chi non ha famigliare una lingua, che gli serva come di veicolo delle nozioni che egli debbe acquistare e volgere a vantaggio suo e dell'arte che egli esercita; a chi insiem colla lin-

gua non abbia attinte le prime nozioni di calcolo aritmetico e delle forme geometriche dei corpi. A chi così fosse sprovveduto di nozioni preparatorie, sarebbe opera perduta l'ingegnarsi di far comprendere la più semplice tra le chimiche reazioni, la più ovvia applicazione. Una mente, d'altronde, vergine di coltura non è usa al riflettere, al pensare, al meditare, e non è atta ai lavori di astrazione, che pur frequenti occorrono nello studio della Chimica.

In secondo luogo io tengo per fermo che a far progredire l'*arte* chimica non altra via si possa prendere, fuorchè quella della diffusione della *scienza* chimica. Questa sentenza, perchè presa in senso troppo assoluto, sembra a taluno un assurdo, eppure è verità la quale apparisce chiara e lucidissima a chi comprende qual nesso debba congiungere l'opera della mano col lavoro della mente, l'atto operativo colla convinzione della ragione di esso; a chi pensi che d'ogni procedimento chimico-industriale sola può dar ragione la scienza chimica, la quale disvela e rappresenta come in un quadro sinottico, o come in un ben tratteggiato disegno, il confuso e misterioso operare di molti corpi insieme posti a cimento, e gli uni cogli altri reagenti, e le mutazioni alle quali essi vanno soggetti, e l'ultimo risultamento a cui essi si arrestano, e che è come il riposo dopo il movimento, l'equilibrio dopo il conflitto di forze traenti in sensi diversi.

Egli è chiaro, a chi per poco considera questo legame che unisce la scienza coll'arte, che quest'ultima progredirà rapidissima, e giungerà a mirabili risultamenti là dove la prima, professata da lungo tempo nelle pubbliche scuole, divenne, non dirò popolare, ma piuttosto comune e diffusa a buon numero di cittadini: nè io dubito d'asserire che a buon conoscitore della scienza chimica, non torna difficile il farsi buon manifattore, perciocchè questo passo non gli costerà che la fatica d'apprendere la parte materiale dell'arte; che anzi a costui non sarà dif-

ficile il recare alla pratica il benefizio di utili perfezionamenti. La qual cosa io non affermo coll'intendimento di sminuire il valore ed il concetto in cui debbono tenersi coloro che dedicaronsi all'esercizio delle arti chimiche, nè di negare che ad essi molte belle e pregevoli scoperte sono dovute; ma sì intendo dire che o queste scoperte furono il frutto di caso fortuito, o non furono fatte da manifattori ignari della scienza chimica, ma da tali, che all'esercizio dell'arte accoppiavano le cognizioni scientifiche, e talvolta ne erano riccamente forniti, o da altri finalmente i quali, quantunque poco istrutti essi stessi nella parte scientifica dell'arte loro, pure ne conoscevano il valore, ed avidamente e confidentemente cercarono consigli e suggerimenti dagli scienziati, i quali ad essi rischiararono la via e li diressero coi loro lumi.

Per promovere adunque i progressi della Chimica industriale si diffondano le cognizioni elementari della scienza chimica, si ecciti il gusto di questo ramo di scienza naturale, se ne mettano in evidenza le bellezze, i pregi, i vantaggi; si faccia per modo che non alcuni pochi soltanto o per caso o per scelta attingano alle fonti di questo sapere liberamente aperte a pubblico uditorio, ma molti vi concorrano allettati dalla bellezza di questa scienza e se ne invaghiscano, sicchè indotti si trovino ad apprezzarla ed a coltivarla con amore. Imperciocchè nel novero degli uditori si troverà pure il figlio d'un tintore, d'un conciatore, d'un fabbricante di ferro, d'un saponaio, d'un coloraio, ecc.: ed essi comprenderanno per tempo che l'arte professata dal padre ha misteri che si disvelano dalla scienza, ha secreti che sono chiarissimi per chi ha nozioni scientifiche, aspetta miglioramenti che invano si cercherebbero col solo variare a capriccio gli apparecchi, le circostanze dell'operazione, le proporzioni dei materiali, ma che la scienza può procurare dichiarando qual via sia la migliore per giungere alla meta, e

quali ostacoli si possano incontrare, e come si debbano evitare.

Ma i dogmi ed i precetti generali della scienza se non venissero tradotti nel pratico esercizio non gioverebbero in verun modo all'industria, siccome a migliorare la società niun giovamento recherebbero le morali e filosofiche discipline, quando in atti di virtù e di civile coraggio non si traducessero.

Egli è in questo passaggio dal pensiero all'azione, dal ragionamento all'opera, che sta essenzialmente l'applicazione della Chimica alle arti. E come questo passo torni talvolta difficile e richiegga sforzo d'ingegno e prove lunghe e ripetute, e spesso altresì costose, a chi le intraprende, coloro il sanno che alcun poco si addentrarono negli studi chimico-tecnici, e ne seguirono i progressi. Le difficoltà che si incontrano quando si cerca di trasportare nell'officina del manifattore un procedimento, che, eseguito nel laboratorio dello scienziato, condusse a risultamenti che destarono speranza di utili e proficue applicazioni, sono talvolta durissime a vincersi; poichè non basta nell'arte che l'effetto si ottenga, ma è d'uopo vi si giunga con mezzi semplici, con apparecchi acconci a facile e spedito lavoro; è d'uopo si scelgano i materiali i meno costosi, i più profittevoli, perchè la produzione riesca a buon mercato ed abbondante ad un tempo; ed il conciliare tutte queste essenziali condizioni di un lavoro industriale, ben sovente è ardua e difficilissima impresa. Quindi la natura dei materiali, la forma, la disposizione degli apparecchi, la materia di cui essi si costruiscono, i prodotti essenziali e gli accessorii che si ottengono da una operazione, il loro valore commerciale, sono altrettanti argomenti dei quali deve tener conto chi si accinge a tale bisogna, nè rari sono i casi di procedimenti con ottimo successo eseguiti nel laboratorio del chimico, i quali quando vennero trasportati nell' officina del manifattore, perdettero quell'aspetto lusinghiero che avea fatto concepire speranza di buon successo, e si mostrarono

inetti a soddisfare alle esigenze dell'arte; e per l'incontro ben sovente un felice pensiero di una qualche mutazione nella forma degli apparecchi o nella materia ond'essi si costruiscono, portò di botto nel patrimonio dell'arte un tal fatto, un tale procedimento, che per lungo tempo si considerò solo come sperienza scientifica, capace bensì di provare e rendere evidente una verità, ma inetta ad applicazioni, e priva di utilità.

Pertanto l'insegnare come dalle scientifiche discipline si possa far passo alle operazioni delle officine, come quelle operazioni che si eseguiscono su piccola scala nelle scuole delle università e dei ginnasii tornino a profitto dell'industria, e come per tale oggetto si modifichino, si dispongano gli apparecchi, e come si guidino le reazioni, e quale vantaggio si ottenga dai prodotti ottenuti, tale dovrebbe essere lo scopo di una scuola di Chimica applicata alle arti. Nè è mestieri che io ridica come a questa scuola non possono con frutto accostarsi se non coloro i quali già attinsero le nozioni generali della scienza chimica, ed acquistarono un buon dato di idee chiare e precise intorno al modo di reagire dei corpi, ed assuefecero il loro occhio, i sensi loro all'osservazione dei fenomeni chimici i più importanti, ed impararono ad apprezzarli ed a rettamente interpretarli. Chi è digiuno di queste elementari scientifiche cognizioni potrà, siccome già accennai, essere testimonio di fatti più o meno rimarchevoli e curiosi, potrà vedersi schierata innanzi agli occhi la serie delle materie prime di cui si giova un'industria, dei prodotti ultimi che se ne ricavano; potrà assistere ad un ordine di operazioni successive, le quali dalle prime materie conducono all'ottenimento degli ultimi prodotti, ma in nissun modo varrà a concepire colla sua mente il legame che congiunge queste materie e queste operazioni, ed i fatti da lui veduti, a vece di rimanergli impressi nella mente chiari e precisi, vi ingenereranno confusione ed oscurità, che gli tornerà più dannosa

che proficua, quando egli tenti valersi nell'esercizio dell'arte di quelle idee confuse, imperfette, non connesse da vincolo veruno.

Dalle quali cose tanto chiaramente si argomenta quale sia il concetto che io penso si debba avere dell'insegnamento della Chimica applicata alle arti, a cui si suol dare il titolo di popolare, che io crederei inutile il moltiplicar le parole per esporlo e svolgerlo più ampiamente.

Io so bene che alcuni si formano un'idea dell'insegnamento della chimica tecnica diversa assai da quella che si appoggia sulle precedenti considerazioni. Per alcuni infatti un insegnante a cui sia commesso l'incarico di diffondere le cognizioni della chimica a beneficio delle arti, non deve neanche per poco porre il piede nel campo della scienza, la quale solo è fatta per le accademie e pei licei, ed è pascolo riservato a menti elevate ed ingegni peregrini. Arte, arte ci vuole, dicon essi, ed insegnamento pratico, e precetti che acconci tornino ad immediato ottenimento di qualche utile scopo. Così quel vantaggio che lentamente si potrebbe ottenere coi lumi della scienza, il produrrà il consiglio dei migliori procedimenti, i quali tuttochè non compresi, pure muteranno in meglio la produzione. V'ha altri ancora che volentieri sbandirebbe la pubblica scuola di Chimica tecnica, ed in sua vece vorrebbe che si stabilisse un ampio laboratorio, in cui si eseguissero tutte le operazioni che si praticano nelle officine, imitando su grande scala la fabbricazione per cagion d'esempio dei saponi, degli acidi minerali, ecc., alle quali operazioni assistendo gli artieri, si addestrassero ad eseguirle sotto la scorta dell'insegnante.

Io penso che i primi ed i secondi la sbaglino.

I primi infatti volendo esclusa ogni idea scientifica dall'insegnamento di Chimica tecnica, ne toglierebbero appunto la parte più preziosa e più vitale, e renderebbero pei progressi

dell'industria impotente quel mezzo che più debbe tornare efficace, cioè il pubblico insegnamento. Per escludere la scienza e' converrebbe che la scuola si riducesse ad una semplice e nuda esposizione di prescrizioni e di ricette, ed alla manuale esecuzione delle medesime, senza che neppure si adottasse linguaggio chimico per additare i corpi adoperati e reagenti, senza che pure si indicasse agli alunni di qual cosa quei corpi si compongano, e perchè in questo più che in quell'altro modo si adoprino. Strano ed assurdo pensiero, a cui l'esclusione della scienza necessariamente deve condurre, dacchè il nome stesso dei corpi quale è in uso presso i chimici, si appoggia sul fondamento delle nozioni scientifiche; ed è la scienza che ci guida alla conoscenza della composizione dei corpi ed alla dichiarazione dei fenomeni e delle reazioni chimiche.

Non è per difetto di ricette e di secreti che l'arte chimica non progredisca, ma perchè le ricette ed i secreti non si comprendono; e poichè non sappiamo nè in che si stia il loro pregio, nè in che si ascondano i loro difetti, così per tema di far peggio, perpetuiamo i procedimenti che ci lasciarono i nostri maggiori, e con essi si perpetuano pure gli errori. A questa fidanza nelle ricette, ed all' ignoranza della scienza si debbe attribuire la niuna utilità che molti fabbricanti ritraggono dai lavori altrui, pubblicati nei trattati e nei periodici scientifici, e la diffidenza loro nei consigli e nei suggerimenti dei cultori della scienza. Per la confidenza nelle ricette spesso un fabbricante commette la parte più vitale della sua officina alle mani d'uno straniero, che opera in segreto, ed a tutti tiene nascosto ciò che fa, con grave discapito talvolta, sempre con grande vergogna di chi dovrebbe essere a capo di tutti i lavori che si eseguiscono per conto suo. Egli è finalmente per la fidanza nelle ricette, che siam ligi degli stranieri in molti rami d'industria, ed i nostri progressi si fanno lenti e stentati, senza

che sensibil parte vi prendiamo noi stessi col nostro ingegno e colla nostra intelligenza.

I secondi, oltrechè comune hanno coi precedenti l'errore di di voler sbandita la scienza, peccano specialmente per ciò che vogliono l'impossibile. Essi vorrebbero convertire una scuola di chimica tecnica in un'officina, anzi, e per meglio dire, in un vasto, immenso stabilimento, in cui tutte si riunissero le arti chimiche, e vi trovassero normalmente esercitate, siccome a modello da seguirsi, le arti loro, i tintori, i saponai, i coloristi, i purificatori d'olii, i fabbricanti di candele steariche, di colla, di fosforo, di acidi e sali minerali, d'aceto, i conciatori di pelli, i raffinatori di zuccaro ecc. ecc., e più non la finirei se volessi far rassegna di tutte le arti che, per essere logici, si vorrebbero riunire ed esercitare nella ideata officina. Il qual disegno, per dir vero, mi pare il più strano che si potesse formare in mente umana di una scuola di chimica tecnica. Ad eseguire un così vasto disegno non basterebbero nè capitali di privati, nè concorso di associazioni, nè erarii di governi; e per sopramercato sarebbe questa gigantesca intrapresa affatto superflua, essendochè in un paese in cui v'ha industria chimica già esercitata, una tale scuola già risulta dal complesso delle officine erette ed attivate; si è in esse che il fabbricante può modificare e perfezionare i suoi procedimenti, e far progredire l'arte sua quando si valga dei precetti che derivano dalla scienza e che gli sono banditi dall'insegnante. Nè d'altra parte, per far comprendere la ragione di un'operazione tecnica, è necessario che questa si eseguisca sulla medesima scala su cui la pratica il fabbricante; chè una camera di piombo per la fabbricazione dell'acido solforico ben si può rappresentare da un pallone di vetro di qualche litro di capacità, ed i tini dei tintori si possono ridurre a cilindri o bicchieri, e le caldaie a cassole e bacinelle di porcellana e di rame; nè per mostrare

come si tinga la lana coll'indaco, più vale il tingere centinaia di metri di panno, od un quintale di lana, che il tingerne uno scampolo od una matassa, ed egualmente si concia un brano di pelle fresca colla galla o col sommacco, come si conciano intere pelli nelle fosse dei conciatori.

Nè così ragionando io penso che in un pubblico insegnamento della chimica applicata alle arti si debba ommettere l'esposizione delle prescrizioni o *ricette* che l'esperienza ha dichiarate più acconce ad ottenere uno scopo determinato, nè che si taccia dei procedimenti delle arti e dei mezzi coi quali essi si eseguiscono nelle officine. Sibbene io intendo di dire che d'ogni prescrizione e modo di procedere si dia la ragione scientifica, e se ne espongano chiaramente le ragioni, le quali non solo svelino il motivo per cui una via piuttosto che l'altra si scelga, ma guidino l'alunno a quasi pressentirlo e talvolta anche ad indovinarlo. E quanto ai mezzi di cui si vale l'arte chimica nelle officine, io penso che, quando l'essenza del procedimento sia compreso in ogni sua parte, e dichiarato con opportuni sperimenti, a dare un'idea tanto dei singoli strumenti quanto della loro più acconcia disposizione, sia bastevole che l'insegnante si valga di modelli ovvero di disegni fatti su convenevole scala e coloriti, la cui descrizione minuta e particolareggiata si accompagni coll'indicazione dell'uso a cui ciascuno si destina.

Dalle cose predette apparisce pertanto in qual modo io credessi dover compiere all'ufficio di cui io veniva incaricato, quando, ora fanno sei anni, la volontà del Magnanimo Re Carlo Alberto mi chiamava a professare la Chimica applicata alle arti nelle Regie Scuole tecniche. Le quali perchè di maggior vantaggio tornassero all'industria ed alle arti, si dichiararono pubbliche ed accessibili ad ogni classe di persone. Questa assoluta pubblicità fu appunto quella che fissò le mie idee sul piano d'inse-

gnamento che avrei dovuto prescegliere. Imperocchè io dovetti tosto supporre che il maggior numero dei miei uditori (e parlo di quelli, che preparati da studi pregressi di lingua e di calcolo, soli poteano sperare di seguire con frutto le mie lezioni) non aveano peranco acquistate le cognizioni elementari di Chimica che debbono fare scala all'intelligenza delle applicazioni di questa scienza alle arti; dacchè convien dirlo, niuna scuola pubblica di Chimica non erasi fino allora attivata nel nostro paese fuori che quelle delle nostre università, le quali non si frequentavano dagli artieri e fabbricanti (1), ma solo dagli studiosi delle scienze farmaceutiche e medico-chirurgiche, o da quei tali che anelavano alla propria istruzione scientifica piuttosto che a volger questa a benefizio delle arti. Nè la primaria istruzione dei collegi era stata fino a quel punto condotta per

(1) Dall'anno 1800 fino all'epoca presente, ebbe sempre la nostra Università una scuola che si intitolò di Chimica tecnica o di Chimica generale e tecnologica. In essa professò G. Antonio Giobert, il cui nome suona venerato a tutti coloro che l'ebbero a maestro. Profondo ed erudito nella scienza, al cui progresso potentemente contribuirono le sue pazienti ed ingegnose ricerche, era egli puranche peritissimo nella Chimica tecnica, e di ciò fanno fede i suoi scritti. Egli attese all'insegnamento, dapprima sotto il dominio francese dall'anno 1800 al 1815, e più tardi sotto il dominio della Casa di Savoia dal 1819 al 1834. Egli è specialmente nel primo periodo della sua carriera universitaria, che egli pose opera a dichiarare nelle sue lezioni le applicazioni della Chimica alle arti. Quindi l'arte del tintore, del conciatore, la fabbricazione dei sali ed acidi minerali, l'estrazione dei metalli ecc., furono soggetto intorno a cui si aggirarono le sue lezioni, alle quali accorrevano molti uditori, e tra questi non pochi manifattori, desiosi di volgere a loro vantaggio i precetti che egli dettava.

Dopo la morte del Giobert, la sua cattedra, a cui si conservò l'antico nome di cattedra di Chimica generale e tecnologica, venne coperta da due chiari e valenti insegnanti, il defunto Vittorio Michelotti e

modo che gli alunni che vi si educavano, non per le scuole universitarie ma pel commercio o per l'industria, vi apprendessero elementi di Chimica.

Questo fatto che svela come per lungo tempo siasi presso noi in poco conto tenuta la scienza chimica, è uno sconcio a cui speriamo siasi posto rimedio coll'istituzione dei collegi nazionali, nei quali un corso speciale si destina a chi non si propone una carriera scientifica, ma intende dedicarsi al commercio od alle arti, del qual corso fanno parte essenziale gli elementi delle scienze naturali e perciò della Chimica.

Quindi io mi persuasi bentosto che se io mi fossi immediatamente applicato a svolgere e dichiarare ad una ad una le arti chimiche, per quanta cura ed impegno io vi avessi adoperato, io non avrei recato al maggior numero dei miei uditori vantaggio veruno, perciocchè se alcuni pochi privilegiati si fossero eccettuati, che nelle scuole universitarie si erano muniti della preparatoria istruzione nella chimica generale, gli altri, ed erano più numerosi, ai quali dovea specialmente dirigersi il benefizio della scuola affidatami, non mi avrebbero

Lorenzo Cantù. Ma il loro insegnamento non fu e non potè mai essere di proposito diretto alla esposizione delle applicazioni della Chimica alle arti: e la ragione sta nella brevità del tempo concesso al loro corso, e nell'essere questa scuola destinata all'istruzione degli alunni delle scuole Medico-Chirurgica e Farmaceutica, ai quali una minuta esposizione di cose tecniche tornerebbe di ben poca utilità. Le lezioni dei due illustri Professori furono costantemente seguite, e quelle del Cantù il sono tuttora, da numeroso stuolo di uditori volontarii, ma ben pochi furono mai sempre gli uomini addetti all'industria ed al commercio, i quali cercassero di avvantaggiarsene. Si può adunque dire con certezza che, dal 1834, non fu propriamente in Piemonte scuola di Chimica tecnica, e che la scuola universitaria di Chimica generale e tecnologica non tornò mai a diretto vantaggio di coloro che si applicavano alle arti.

potuto seguire e comprendere, per quanto io mi fossi sforzato di rendere piana e semplice la mia esposizione.

Io adunque intrapresi l'opera mia non dall'arte, ma dalla scienza, e cominciai dalle più semplici nozioni di corpi, di masse, di forze che animano la materia, di effetti da esse prodotti ecc.; quindi stabilita l'indole dei fenomeni che spettano alla Chimica, venni a discorrere delle combinazioni dei corpi e delle leggi alle quali esse vanno soggette, e dissi delle norme dalle quali si regge la nomenclatura chimica, e così mano mano esposi quegli argomenti che sono per dir così il vestibolo che conduce allo studio particolareggiato dei corpi, e che riuniti formano quella parte dell'opera mia che si intitola *nozioni preliminari*. Nella cui redazione io sfuggii a bello studio quelle viste teoriche le quali non giudicai essenzialmente necessarie all'intento che io mi proponeva: quindi tuttochè io abbia esposta la dottrina degli equivalenti, e la notazione per formole ad esprimere la composizione dei corpi, non feci neppur parola di molti altri punti teorici, quali sono la teoria degli atomi, dei calorici specifici, dei volumi atomici, della legge di Gay-Lussac, ecc., i quali stimai di poca e troppo remota utilità per chi si destina allo studio delle arti chimiche. Nè in questa parte d'insegnamento io intralasciai di far cenno di cose spettanti alle arti chimiche; che anzi io mi ingegnai sempre, che gli sperimenti che io eseguiva fossero tali che richiamassero alla mente degli uditori quei fatti più semplici che si presentano nelle arti più ovvie e conosciute, e negli usi del vivere comune.

Terminata questa introduzione io mi posi a trattare dei singoli corpi: e qui pure mi trovai costretto a non occuparmi esclusivamente dell'arte, ma di esporre per ciascun corpo semplice o composto di cui mi era obbligo discorrere, le più essenziali proprietà e le più caratteristiche reazioni, le quali fanno distinti i corpi medesimi gli uni dagli altri, e dalle quali

debbe prendere norma chi si accinge a servirsene nelle arti. Quindi è che il mio insegnamento riuscì, come di necessità, un complesso di chimica generale e di chimica applicata.

E tale sarà pure il lavoro che io sto per pubblicare, ed a cui per conseguenza avrei dovuto dare una considerevole estensione, maggiore d'assai di quella che esso verrà ad aver di fatto, se di molti corpi semplici e composti che sono nel dominio della scienza, non avessi potuto tacere per la ragione che finora essi non recarono verun giovamento all'arte, o la loro conoscenza non mi parve necessaria affine di comprendere qualche fatto essenziale di cui mi fosse opportuno tener ragionamento.

Così, per citare qualche esempio, non parlai che di due sole combinazioni del solfo coll'ossigeno, dell'acido solforoso cioè e del solforico, poichè le altre allo stato di isolamento, o non si ottengono o non hanno utilità nelle arti; e non dissi che di un solo composto dell'idrogeno col solfo, perchè il bisolfuro d'idrogeno non è importante che dal lato della scienza, inutile affatto dal lato delle applicazioni.

I miei uditori si rammentano, ed i miei lettori vedranno che nella trattazione dell'acqua e dell'aria, io tenni discorso di parecchi argomenti che appartengono alla fisica. Così io parlai degli effetti fisici che il calore produce sull'acqua, della mutazione di stato di cui essa ed altri liquidi sono capaci, e del calore che si fa latente nel passaggio dei corpi solidi alla liquidità, dei liquidi alla gaseità ecc. E mi trattenni a parlare della pressione atmosferica, della legge di Mariotte, della tensione dei vapori, della densità dei gas e delle mutazioni che in essi produce il calore, e così vadasi dicendo.

Io so bene che parlando ad allievi già preparati da studi pregressi di scienze naturali avrei potuto fare a meno di toccare siffatti punti di fisica dottrina, e dal canto mio avrei volontieri evitato di porre il piede in questa provincia, se non

avessi avuto convincimento che tali nozioni sono necessarie affine di poter comprendere la ragione di peculiari disposizioni che si danno agli apparecchi nelle officine, e regolare convenientemente l'impiego di questi, evitando i gravi danni che spesso si deplorano siccome conseguenza dell'ignoranza dei succennati principii.

Ad agevolare l'intelligenza delle cose che io esponeva nelle mie lezioni ho sempre procurato che le proprietà più essenziali dei corpi, e quelle soprattutto sulle quali si fonda un'arte chimica venissero poste in piena luce da esperienze variate e numerose. E di tali esperienze io feci pur cenno nel mio lavoro, in cui con opportuni disegni procurai si rappresentassero quanto meglio si poteva gli apparecchi dei quali io mi servii nelle lezioni. Quindi molte incisioni vennero già inserte nel testo di questa prima parte che ora viene alla luce, e molte altresì verranno ad arricchire le altre, le quali successivamente si pubblicheranno. E qui farò cenno di cosa che nuova io reputo nelle nostre pubblicazioni scientifiche, e che pure frequente s'incontra nei trattati chimico-tecnici di Germania e di Francia, di quelle figure cioè che consistono in carte o tele colorate inserte pure nel testo, le quali servono a presentare al lettore od il colore di una sostanza, od il prodotto di una operazione di impressione o tintura. Di tale artificio io credetti opportuno fare uso in questa pubblicazione; così già alcuni di questi saggi si incontrano in questa prima parte del primo volume, e frequenti essi pure si incontreranno nei due volumi che tratteranno dei metalli, e nel quarto in cui discorrerò delle materie coloranti e delle loro applicazioni alla tintura.

Tale fu il mio modo di procedere nell'insegnamento affidatomi, e tale si fu pure la norma che io seguii nel compilare la presente mia opera, la quale siccome già dissi in sul principio, io presento agli studiosi della chimica tecnica come se-

gno di buon volere e di desiderio d'essere ad essi di qualche utilità.

Dolente che per ora io non possa pubblicarne che una piccola parte, io mi affretterò a compiere quanto più sollecitamente potrò la redazione delle altre, sicchè a non lunghi intervalli esse possano veder la luce. L'esperienza mi sarà per l'avvenire maestra e consigliera, e forse nelle parti che seguiranno potrò far migliore l'opera mia, schivando quelle mende che io stesso verrò a riconoscere nel mio scritto, e quelle che i lettori di questa prima parte vorranno additarmi. Imperocchè ogni suggerimento, ogni osservazione che possa condurmi in sulla via per cui io possa con più felice successo raggiungere lo scopo che mi sono proposto, mi tornerà gradito, siccome segno d'amicizia, e non ecciterà in me altro sentimento fuorchè quello della più viva riconoscenza.

Torino, 20 Aprile 1851.

A. SOBRERO.

MANUALE

DI

CHIMICA APPLICATA ALLE ARTI

NOZIONI PRELIMINARI.

§ I. **Diversa natura dei corpi. Corpi omogenei e corpi eterogenei.** —Il solo ministero degli organi sensorii che il provido Creatore pose a custodia ed a conservazione della nostra fragil macchina, ci rende avvertiti che non tutti i corpi dai quali siamo circondati hanno la medesima natura, ma differiscono gli uni dagli altri: la conoscenza di queste differenze, imperfetta nei primi anni della nostra esistenza, si estende mirabilmente a misura che più vasta si rende la sfera delle nostre relazioni coi corpi della natura, ed a misura che più frequenti si fanno le sensazioni che ne riceviamo, e che la mente nostra acquista la forza di riflettere e far paragone tra sensazioni e sensazioni, qualità e qualità. Di tali differenze alcune più manifeste, più ovvie, più grossolane, quasi istintivamente apprezziamo; altre più minute, più nascoste non ci si svelano se non quando l'opera dei nostri sensi si fa più perfetta con una speciale educazione, e spesso coll'uso d'artificiosi strumenti che sopperiscano alla natural nostra infermità accrescendo l'acume degli organi nostri.

Dall'esplorazione delle qualità sensibili, dalla loro percezione e dal raffrontarle che fa la nostra intelligenza, ne emerge spontanea una nozione fondamentale, quella cioè che nell'immenso numero dei corpi della natura alcuni si rassomigliano per modo che sembrano parti d'un solo tutto, e facilmente si scambiano l'uno per l'altro, e siamo spinti a giudicarli identici per la loro natura; altri che dotati di caratteri e di proprietà diverse non potrebbero confondersi tra loro in verun modo, senza far violenza al più grossolano buon senso, onde al solo vederli od in altra guisa esplorarli, ne giudichiamo non identica anzi diversissima la natura: due pezzi di zucchero naturalmente

si giudicano di identica natura, perchè egualmente bianchi, pellucidi, dolci, perchè d'eguale solubilità nell'acqua ecc. Per l'incontro nissuno sarà proclive a confondere il carbone collo zucchero, il ferro col vetro, il legno coll'oro, chè troppo sono diversi i caratteri, i quali ci fanno accorti della loro presenza, od in altri termini le loro proprietà.

I corpi la cui natura è per tutti la medesima diconsi *omogenei*, e gli altri che hanno diversa natura prendono il nome di corpi *eterogenei*.

Da questa prima nozione spontaneo riesce il passo ad una seconda. Troviamo in natura e tra i prodotti dell'umana industria corpi o masse le quali, benchè esaminate e scrupolosamente investigate in ogni loro punto, tuttavolta presentano invariabilmente gli stessi caratteri, le stesse proprietà; altre per l'incontro sottoposte alle nostre investigazioni, ci si rivelano come un accozzamento di sostanze diverse, dotate ciascuna di qualità che le distinguono dalle loro compagne. Le prime chiamansi *masse omogenee*, quali sarebbero una spranga di ferro, una lastra di zinco e simili; le seconde chiamansi *masse eterogenee* od *aggregati*; tali sono il granito, un tronco di un albero, una radice ecc.

§ 2. **Contatto dei corpi: fenomeni che ne risultano. Miscugli e composti chimici.** — Allorquando due o più corpi vengono posti a contatto ed uniti in modo che si convertano in un tutto, il che ben sovente eseguisce l'uomo padrone qual'è degli oggetti materiali che lo circondano, più casi possono avverarsi.

Se i due corpi addizionati sono della stessa natura ossia omogenei, la massa che ne risulta è omogenea essa pure; così se fondonsi insieme due pezzi di piombo, ottiensi una massa che in tutti i suoi punti non altra materia contiene che piombo.

Se i corpi che si uniscono sono eterogenei, due casi possono occorrere; o i corpi malgrado la loro riunione conservano tuttavia per ciascuno la loro natura, ed allora la massa risultante è *eterogenea*, ed in essa si riconoscono più o meno facilmente dai loro caratteri distintivi i corpi addizionati; in tal caso il corpo ottenuto dicesi un *miscuglio* od un *aggregato*. Così se facciasi fondere della cera e vi si aggiunga della sabbia, dopo il raffreddamento avrassi una massa totale in cui agevolmente si scorgeranno i granelli di sabbia commisti, non confusi colla cera che li inviluppa; ovvero nell'atto che i corpi eterogenei vengono a contatto essi unisconsi per modo che i caratteri loro proprii scompajano nella massa totale che ne risulta, e questa si dimostri per ogni verso omogenea, e fornita di qualità che più non

son quelle dei corpi primitivi da cui essa deriva, in tal caso non si ha più semplice mescolanza, ma un nuovo fatto che dicesi *combinazione chimica*; il corpo omogeneo che così risulta dal combinarsi di corpi eterogenei dicesi *composto chimico*; quelli che lo generarono diconsi i suoi *componenti*. Facciamo un miscuglio di solfo e rame in limatura ed introdottolo in un matracciuolo scaldiamolo fortemente su d'una lampada, scorgeremo struggersi lo solfo, infuocarsi il rame, e terminata l'operazione avremo conseguito un corpo che non sarà più nè solfo nè rame, non avrà più i caratteri nè dell'uno nè dell'altro corpo, e contenendoli tutti e due in sè nascosti, per così dire, avrà caratteri suoi proprii e distinti: esso è il solfuro di rame.

Lo studio di questi fatti nei quali non mutasi solo la massa, ma la natura altresì dei corpi che si pongono a contatto, e l'esame dei caratteri che distinguono i composti chimici, sono il soggetto intorno a cui s'aggira di proposito la *scienza chimica*.

§ 3 **Forze che legano i corpi tra loro. Coesione. Adesione. Affinità.**—L'unione di più corpi in una sola e medesima massa non sarebbe possibile senza che li sollecitasse ad unirsi una potenza, una forza, la quale d'altronde ci si rivela altresì dalla resistenza che s' incontra quando si vogliono disgiungere i corpi già riuniti. Essa è l'*attrazione*, la quale però prende nomi diversi nei varii casi più sopra contemplati.

Dicesi *coesione* quella forza che unisce i corpi omogenei in una massa omogenea. Così egli è per via di coesione che si uniscono il ferro al ferro, il piombo al piombo.

Dicesi *adesione* la forza che unisce i corpi eterogenei nelle masse eterogenee, come per esempio il quarzo, la mica, il feldspato nel granito.

Finalmente la forza che tiene uniti corpi eterogenei nelle masse omogenee, ossia nei composti chimici che risultano dalla loro unione, chiamasi *affinità*. Egli è per via di affinità che il rame sta unito collo solfo nel solfuro di rame.

Suppongono i fisici ed i chimici che i corpi sieno costituiti da particelle minutissime, che essi chiamano *molecole*, più assai tenui di quelle che noi possiamo ottenere colla divisione meccanica, e che le molecole dei componenti unendosi tra di loro compongano le molecole dei composti. Un composto chimico debbe perciò considerarsi come la riunione di molecole composte identiche tra di loro, le quali chiamansi molecole *integranti*. Queste a loro volta si debbono considerare come risultanti dall'unione delle molecole dei singoli componenti, le quali diconsi molecole *costituenti* o *componenti*. Così nel

solfuro di rame avremo molecole integranti di solfuro di rame, e molecole componenti di rame e di solfo.

§ 4. **Gradi diversi dell'affinità.** — L'affinità non si manifesta tra tutti i corpi della natura. Infatti, mentre alcuni sono i quali non appena si trovano in presenza l'uno dell'altro, contraggono combinazioni, come il mercurio e l'oro, altri benchè posti a mutuo contatto, ed in qualunque circostanza si trovino, rifiutano ostinatamente di combinarsi; tali sono il ferro ed il mercurio. Per questi ultimi siamo, almeno per ora, in diritto di dire che tra essi non v'è diretta affinità. Non dobbiamo tuttavia pensare che questo nostro giudizio debba essere inappellabile; siamo ben lungi ancora dall'aver tentate tutte le vie per le quali si può determinare la combinazione dei corpi, ed è possibile che giunga un giorno in cui quelle materie che finora ci si mostrarono più restie alla combinazione vengano a contrarre un vincolo chimico ed a combinarsi.

Si può inoltre con franchezza asserire che l'affinità non si spiega con eguale energia tra tutti i corpi che hanno facoltà di combinarsi. I varii gradi d'affinità ci si mostrano per alcuni fatti, sui quali è d'uopo si diriga per un momento la nostra attenzione.

Se poniamo il metallo potassio in contatto dell'ossigeno, il vediamo tosto, anche all'ordinaria temperatura, perdere il suo splendore argentino, e convertirsi in una nuova sostanza, bianca, priva di metallica apparenza, che è la potassa, composta d'ossigeno e potassio. Se invece poniamo il mercurio in contatto coll'ossigeno stesso nelle stesse circostanze, il vedremo conservarsi inalterato anche per un contatto prolungatissimo, e non contrarre combinazione con l'ossigeno se non viene portato alla temperatura della sua bollizione. Questo confronto ci dimostra che per l'ossigeno ha più affinità il potassio che il mercurio.

I varii gradi d'affinità ci si manifestano altresì quando un corpo posto in contatto con due o più altri corpi coi quali ha attitudine a combinarsi, ne sceglie tra questi uno, lasciando gli altri in disparte. Se in un miscuglio di potassa e di sesquiossido di ferro, preparato di recente, versiamo a poco a poco acido solforico allungato con acqua, osserviamo che finchè v'ha una benchè piccola particella di potassa, l'acido solforico non si combina che con questa, lasciando intatto il sesquiossido di ferro. Dunque l'acido solforico ha più affinità per la potassa che pel detto sesquiossido: se ciò non fosse, ogni gocciola di acido solforico che cade sul misto delle due indicate sostanze, ne scioglierebbe tosto e dell'una e dell'altra senza distinzione

Un terzo criterio da cui si argomentano i varii gradi d'affinità si rinviene nella decomposizione d'un composto per sopravvenienza di un corpo il quale avidamente s'impadronisca d'uno dei componenti, ponendone l'altro, o gli altri, in libertà. Se in contatto di una soluzione di solfato di sesquiossido di ferro pongasi una soluzione di potassa, il solfato sarà immediatamente decomposto, il sesquiossido di ferro verrà separato dall'acido solforico, e si manifesterà isolato nel liquido sotto forma di materia bruniccia, fioccosa, insolubile, che si deporrà a poco a poco in fondo del vaso. L'acido solforico tosto si combinerà colla potassa formando un nuovo composto, il solfato di potassa. L'acido solforico ha adunque un'affinità per la potassa, che supera la sua affinità pel sesquiossido di ferro.

Finalmente la maggiore o minore difficoltà che s' incontra a separare due corpi chimicamente uniti può servire di argomento per giudicare dei varii gradi di affinità. Se scaldiamo anche a roventezza la potassa (composto di ossigeno e di potassio) non giungeremo mai a separare i suoi due componenti. Se invece scaldiamo anche solo a calore rosso nascente l'ossido rosso di mercurio (mercurio precipitato rosso), ne otteniamo senza difficoltà la decomposizione, la separazione cioè dell'ossigeno e del mercurio che lo compongono. Da questo fatto siamo naturalmente condotti a inferire che per l'ossigeno ha più affinità il potassio che il mercurio.

Quando però parliamo di gradi di affinità siamo lungi dal dire che questi si possano esattamente precisare, sicchè ci sia lecito disporre i corpi conosciuti in una serie di crescenti o decrescenti affinità. Imperciocchè queste si manifestano nel loro operare più o meno energiche secondo le circostanze nelle quali i corpi si trovano. Così all' ordinaria temperie l' ossigeno non si combina collo solfo; se questo si scalda convenientemente in contatto dell'ossigeno, vi arde vivamente producendo l'acido solforoso, corpo in cui i due componenti (ossigenò e solfo) stanno uniti con grande tenacità. Alla temperatura ordinaria il mercurio non contrae combinazione con l'ossigeno, ma si scaldi questo stesso metallo fino a che entri in bollizione e vi si mantenga per lungo tempo, se esso trova aria od ossigeno lo si vedrà convertirsi in una polvere rossa, od ossido rosso di mercurio. Prendasi questo composto e si scaldi a roventezza, se ne otterrà la decomposizione e la sua trasmutazione in mercurio metallico ed ossigeno gazoso. Il cloro può nelle tenebre stare misto con idrogeno senza combinarsi con esso; un raggio di sole che cada sul miscuglio dei due gaz determina la combinazione, la quale è accompagnata da

scoppio, e produzione di un nuovo composto, l'acido cloridrico, in cui i due componenti sono vincolati da forte affinità. L'idrogeno e l'ossigeno misti insieme alla temperatura ordinaria, ed anche sotto l'azione diretta della luce solare non si combinano; una scintilla elettrica che attraversi il miscuglio, od un corpo infuocato che vi si avvicini, ne decide immediatamente la combinazione, la quale ha per effetto la formazione di un nuovo corpo, l'acqua, in cui i due componenti spiegano un'assai forte affinità. Luce, calore, elettricità ecc. sono adunque potenze le quali hanno forza di modificare e rendere più o meno operosa la forza di affinità, ed accelerarne, mutarne, talvolta invertirne gli effetti; esse non sono le sole che abbiano questo potere, e nel corso di questo scritto più volte avverrà di doverne fare parola affine di spiegarci i fenomeni che si presenteranno alla nostra contemplazione.

§ 5. **Idea generale dei fenomeni chimici.** — Col mezzo dell'affinità, e coll'opportuno impiego di quelle potenze che modificano la sua efficacia, è adunque nelle nostre mani il combinare corpi e generare composti, come lo sciogliere i vincoli che uniscono i componenti di un corpo e separarli l'uno dall'altro: abbiamo *combinato* l'ossigeno col potassio e col mercurio, ed abbiamo ottenuto gli òssidi di questi metalli: abbiamo separato il mercurio dall'ossigeno col soccorso del calore, il quale operò la *decomposizione* dell'ossido rosso di questo metallo. Quando abbiamo messo la potassa a contatto del solfato di sesquiossido di ferro, abbiamo ottenuto contemporaneamente la *decomposizione* del solfato di sesquiossido di ferro, e la *combinazione* dell'acido solforico colla potassa.

Si considerino ora tutti i fatti chimici, tutte quelle modificazioni cioè che cangiano la composizione dei corpi, in tutti si vedranno o soli o complicati questi due semplicissimi fatti, la combinazione e la decomposizione, nei quali si riassume tutto il soggetto della scienza chimica (1). E poichè la parola combinazione suona lo stesso che addizione di un corpo ad un altro, e la decomposizione non è che la sottrazione d'uno o più dei componenti dal corpo composto, ne risulta

(1) Non taceremo che spesso i corpi soffrono mutazioni interne, per le quali si cangiano permanentemente le loro proprietà e le loro reazioni chimiche, senza che in essi si muti menomamente la composizione, nè per addizione nè per sottrazione di materia. Non ci parve però opportuno l'introdurre l'idea di questi fatti nel concetto generale dei fenomeni chimici, sia perchè rarissimi essi si presentano nelle applicazioni della chimica alle arti, sia perchè ci parve utile che quel concetto si presentasse alle menti dei nostri alunni nella sua massima semplicità.

che tutta la chimica si compendia in queste semplici operazioni aritmetiche: l'*addizione* e la *sottrazione*.

Ora il semplice senso comune c'insegna, che l'addizione di un corpo ad un altro non può aver luogo senza che s'accresca il peso del primo di tanto quanto pesa il corpo aggiunto; e che se da un composto noi togliamo uno dei componenti, il corpo su cui abbiamo operato perde tanto del suo peso quanto pesa il componente che ne abbiamo sottratto.

Se io scaldo una massa di potassio di cui conosco esattamente il peso, in contatto con ossigeno in sufficiente quantità per convertirlo in potassa, e peso questa, troverò che essa è più pesante che non fosse il metallo prima di questa modificazione, e che l'accrescimento di peso che essa presenta in confronto del potassio adoperato, corrisponde esattamente al peso dell'ossigeno assorbito. Se per l'incontro scaldo un peso determinato d'ossido rosso di mercurio quanto basta per discacciarne tutto l'ossigeno, e raccolti separatamente ed esattamente tutto il mercurio ottenuto e tutto l'ossigeno, porto l'uno e l'altro sulla bilancia, io trovo che il peso del mercurio è minore di quello dell'ossido rosso da cui deriva, e che la perdita corrisponde esattamente al peso dell'ossigeno ricavato. Conchiudiamo: nissuna mutazione chimica può avere luogo senza che i corpi su cui si opera provino accrescimento o diminuzione del proprio peso: e reciprocamente quando un corpo col cangiar di natura trovasi per questa mutazione aver acquistato o perduto di suo peso, egli è fuor di dubbio che esso ha sofferta una mutazione chimica, che cioè ha contratta una combinazione, od ha soggiaciuto ad una decomposizione.

Se ciò è vero nelle mutazioni chimiche che presentano la più grande semplicità, lo è altresì nelle operazioni più complicate, le quali debbono considerarsi come il complesso di molti fatti parziali di semplici combinazioni e decomposizioni. Così allorquando la potassa decompone il solfato di sesquiossido di ferro, due fatti si avverano contemporaneamente, la decomposizione del solfato anzidetto, e la formazione del solfato di potassa. Ebbene; se pesiamo una quantità determinata di solfato di sesquiossido di ferro, e vi aggiungiamo una quantità di potassa tale che possa decomporlo compiutamente, e di cui si conosca il peso, se dopo la decomposizione pesiamo il sesquiossido di ferro isolato, troveremo che esso rappresenta il peso del solfato di sesquiossido meno il peso dell'acido solforico che fu preso dalla potassa; e che il solfato di potassa rappresenta *esattamente* il

peso della potassa impiegata, più il peso dell'acido solforico tolto al solfato di sesquiossido di ferro.

Da queste considerazioni le quali si potrebbero estendere a tutti i fatti chimici, deduciamo che ogni reazione anche la più complicata si può sempre esprimere nei suoi risultamenti per mezzo di un'equazione tra il peso delle sostanze adoperate e quello delle sostanze ottenute, e che questa eguaglianza è il suggello di una operazione chimica bene eseguita. E conchiudiamo inoltre che in tutte le mutazioni chimiche l'uomo non crea e non distrugge la materia, ma solo la modifica, intatta rimanendone la quantità, quella che uscì dalle mani di Dio nell'atto della creazione.

§ 6. Divisione dei corpi in semplici e composti. — Le mutazioni di peso che i corpi presentano quando vengono chimicamente modificati, ci guidano ad una distinzione, la quale è fondamentale negli studii chimici. Vi sono infatti alcuni corpi i quali non possono essere chimicamente modificati senza che il loro peso si accresca. Altri sono atti a subire mutazioni chimiche con diminuzione di peso. I primi non sono capaci che di combinazione, i secondi sono capaci di decomposizione. I primi sono detti *corpi semplici*, i secondi *corpi composti*. Il mercurio, il ferro, il piombo ecc., comunque si sottopongano all'azione di quelle potenze che mutano la composizione dei corpi, si conservano inalterati se non si trovano in contatto con altri corpi, e quando ciò avvenga, essi si modificano chimicamente con aumento di peso; essi sono corpi semplici. Per l'incontro l'ossido rosso di mercurio sottoposto all'azione del calore, senza che vi concorra un altro corpo, si altera chimicamente lasciando per residuo il mercurio, e somministrando ossigeno; quest' ossido è nel novero dei corpi composti.

Dal sin qui detto emerge che i corpi semplici, siccome quelli che non sono capaci di decomposizione, debbono considerarsi come il fondamento di tutti gli altri, i quali da essi derivano per via di chimiche combinazioni; la strada per cui ad essi si giunge è quella di successive decomposizioni, delle quali essi sono il limite ultimo. Essi sono come le lettere dell' alfabeto, le quali in ogni lingua costituiscono i primi elementi onde si compone il discorso per mezzo di accozzamenti dai quali successivamente risultano le sillabe, le parole, i concetti, ed ai quali, decomponendo il discorso nelle sue parti, si giunge come ad ultimo termine, oltre a cui non è più possibile procedere.

Questi corpi, detti anche *corpi elementari* od *elementi*, non sono gli elementi degli antichi. Come tali essi ammettevano l' acqua, l' aria, la terra ed il fuoco; i tre primi si riconobbero com-

posti; il fuoco è un fenomeno, un'apparenza di luce e di calore, che accompagna spesso le reazioni chimiche, ma che non è capace di chimiche modificazioni. Ora i corpi semplici sono 62; il loro numero dapprima ristretto, si accrebbe rapidamente col perfezionarsi dei procedimenti chimici di decomposizione, e collo estendersi delle cognizioni di quei caratteri che servono a distinguere i corpi gli uni dagli altri. Quando diciamo 62 essere i corpi semplici, non pretendiamo nè che essi sieno i soli in natura, nè che essi sieno difatto semplici: solo teniamo per vero che nelle condizioni presenti della scienza, essi soltanto non poterono trovarsi composti, e che essi sono talmente gli uni dagli altri distinti che sarebbe irragionevole il non ammetterli come altrettanti individui diversi. Può darsi che col moltiplicarsi delle scientifiche ricerche trovinsi nuovi elementi, o che si riconosca che alcuni di quelli che tengonsi come semplici nol sieno difatto: ma noi dobbiamo attenerci in questo argomento a quanto ci venne svelato dalle chimiche indagini, pronti a mutar sentenza quando i progressi futuri della scienza ce ne impongano il dovere.

Tabella dei corpi semplici per ordine alfabetico.

1 Alluminio	21 Fluorio	42 Piombo
2 Antimonio	22 Fosforo	43 Platino
3 Argento	23 Glucinio	44 Potassio
4 Arsenico	24 Idrogeno	45 Rame
5 Azoto	25 Ilmenio	46 Rodio
6 Bario	26 Iodio	47 Rutenio
7 Bismuto	27 Iridio	48 Selenio
8 Boro	28 Ittrio	49 Silicio
9 Bromo	29 Lantanio	50 Sodio
10 Cadmio	30 Litio	51 Solfo
11 Calcio	31 Magnesio	52 Stagno
12 Carbonio	32 Manganese	53 Stronzio
13 Cerio	33 Mercurio	54 Tellurio
14 Cloro	34 Molibdeno	55 Terbio
15 Cobalto	35 Niccolo	56 Titanio
16 Colombio o Tantalio	36 Niobio	57 Torio
17 Cromo	37 Oro	58 Tunsteno
18 Didimio	38 Osmio	59 Uranio
19 Erbio	39 Ossigeno	60 Vanadio
20 Ferro	40 Palladio	61 Zinco
	41 Pelopio	62 Zirconio

§ 7. **Moltiplicità dei corpi composti: cause dalle quali essa deriva.** — I corpi semplici sono adunque i componenti di tutti i corpi della natura. Se non che si presenta una difficoltà. Come mai addiviene che da un così piccol numero di elementi si componga l'immensa

schiera degli esseri materiali che noi conosciamo? Rispondiamo a questa dimanda.

Le differenze dei corpi dipendono da quattro cagioni: 1° dalla natura degli elementi; 2° dal loro numero, 3° dalla loro proporzione; 4° dalla loro disposizione.

Non è solo nella sfera delle cose chimiche che per queste quattro cagioni un piccol numero di elementi produca gran varietà di composti. L'immenso numero di parole di cui si compone una lingua non dipende infatti che dalla natura, dal numero, dalle proporzioni, e dalla disposizione delle lettere; i tanti concetti musicali che creò il genio dei nostri migliori maestri non hanno per elementi che pochi suoni fondamentali diversamente accozzati. Ma ritorniamo al nostro proposito.

I composti chimici variano 1° *per la natura dei componenti*. Basta infatti che si getti lo sguardo sul solfuro di ferro perchè si distingua dall'ossido di mercurio; nè questo mai si confonderà col cloruro di potassio, o col joduro d'argento ecc. Il colore, la consistenza, il sapore, la solubilità nei veicoli diversi, e specialmente le loro reazioni chimiche coi corpi coi quali si cimentano, danno a divedere come diversa ne sia la natura. Questi corpi sono composti come segue:

Il solfuro di ferro	*Solfo e ferro.*
L'ossido rosso di mercurio . . .	*Mercurio ed ossigeno.*
Il cloruro di potassio	*Cloro e potassio.*
Il joduro d'argento	*Jodio ed argento.*

Notisi bene che non è necessario che tutti i componenti siano diversi perchè diversi risultino i composti; basta che uno rimanendo costante l'altro si cangi; così la potassa od ossido di potassio, composta di ossigeno e potassio, differisce notevolmente dal solfuro di potassio, composto che questo metallo forma combinandosi col solfo, siccome altresì diversissimo si mostra dal composto, che nasce quando il medesimo potassio si unisce chimicamente col cloro, e che chiamasi cloruro di potassio.

2° *Pel numero dei componenti.*

Quando ad un composto di due elementi se ne aggiunga un terzo, la sua natura viene immediatamente mutata. Abbiasi solfuro di potassio risultante dalla combinazione del solfo col potassio, se a questo composto un terzo elemento si aggiunge, l'ossigeno, ne risulterà il solfato di potassa, le cui proprietà saranno affatto diverse da quelle del solfuro.

Non è d'uopo che ci dilunghiamo di molto nel moltiplicare gli

esempi dell'influenza che esercita sulla natura dei composti il numero dei componenti: bensì aggiungeremo chiamarsi composti *binari* quelli che nella loro composizione inchiudono due corpi semplici, *ternari*, *quaternari*, *quinari* ecc. quelli che emergono dalla combinazione di 3, 4, 5, ecc. elementi.

3° *Per le proporzioni dei componenti.*

Cagione feconda di differenze tra i corpi composti è la diversa proporzione che reciprocamente serbano i componenti. Raro è infatti il caso che due o più corpi semplici capaci di combinarsi tra loro, non possano generare che un solo composto: per lo più essi danno origine ad una famiglia più o meno numerosa di corpi diversissimi gli uni dagli altri, le cui differenze non possono attribuirsi ad altra cagione che a diversità di reciproche relazioni di quantità tra i componenti, relazioni che i chimici hanno modo di determinare e riconoscere col mezzo di procedimenti opportunamente diretti.

Prendiamo quattro corpi diversi: il sott'ossido di piombo, il protossido di piombo o litargirio, il sesquiossido di piombo, uno dei composti conosciuti sotto il nome di *minio*, e finalmente il biossido di piombo. Il primo è di colore bigio scuro: il secondo è di colore rosso pallido: il terzo è colorato in rosso vivo: il quarto ha un colore di caffè scuro, e prese il nome di ossido di piombo color di pulce (*figg.* 1, 2, 3, 4). Il confondere queste quattro sostanze sarebbe impossibile a chi anche solo s'attenesse a tali esterne apparenze: ma ben più importanti differenze vi rinviene il chimico, quando in diverse guise le cimenta e le prova, e noi a suo tempo le accenneremo. Questi quattro corpi sono tutti binarii, ed i loro componenti sono gli stessi per tutti, cioè piombo ed ossigeno. Ma se dimandiamo al chimico se questi componenti abbiano in tutti i quattro composti le stesse

Sott'ossido di Piombo.



fig. 1

Protossido di Piombo.



fig. 2

Sesquiossido di Piombo. *Biossido di Piombo.*



fig. 3



fig. 4

proporzioni relative, egli ci risponde negativamente, e ci dimostra colla bilancia alla mano che se prendiamo 100 parti di ciascuno di essi, e ne separiamo e pesiamo isolatamente i componenti, troviamo

	nel 1°	96,29 di piombo e	3,71 d'ossigeno	
	» 2°	92,83 »	7,17	»
(1)	» 3°	89,62 »	10,38	»
	» 4°	86,61 »	13,39	»

Egli è chiaro che in questi quattro composti di piombo ed ossigeno prendendo il primo per punto di partenza, troviamo decrescente fino all'ultimo il peso del piombo, e crescente quello dell'ossigeno.

Lo stesso dicasi dei composti di jodio e mercurio; questi elementi combinandosi in circostanze diverse, producono due corpi tra loro disparatissimi, il primo o protojoduro, di colore verde-giallo, il secondo o bijoduro, di colore rosso vivace (*figg.* 5 e 6) e perciò

Protojoduro di mercurio. *Bijoduro di mercurio.*



fig. 5



fig. 6

(1) A suo tempo vedremo che i composti di piombo ed ossigeno che si conoscono sotto il nome di minio, sono in numero di quattro, e non hanno tutti la composizione che qui indichiamo, la quale appartiene ad una specie di minio analizzata da Winckelblech.

già impiegato ad uso di tintura. Cerchisi qual sia in essi la relazione tra il mercurio ed il iodio, e la chimica ci svelerà che prendendo 100 parti dell'uno e dell'altro ioduro, nel primo incontransi 61,20 di mercurio e 38,80 di iodio, e nel secondo 44,09 di mercurio e 55,91 di iodio.

Incontransi in commercio per uso delle arti chimiche due composti salini, formati ambedue di potassa e di acido cromico, ma l'uno ha un colore giallo-pallido, l'altro ha un colore rosso-ranciato vivissimo (*figg.* 7 e 8); il primo che chiamasi cromato neutro di potassa è com-

Cromato neutro di Potassa.

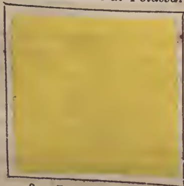


fig. 7

Bicromato di Potassa.



fig. 8

posto in 100 parti da potassa 48,39 ed acido cromico 51,61; mentre il secondo, o bicromato di potassa, non contiene in 100 parti che 31,92 di potassa, ed è ricco di 68,08 d'acido cromico.

Non istiamo a moltiplicare analoghi esempi, che d'altronde ne avrem dovizia a misura che progrediremo nello studio dei singoli corpi e delle loro combinazioni.

4° *Per la disposizione dei componenti.*

Come sieno materialmente disposti i componenti in un composto chimico, è cosa che la scienza è incapace di rivelare. Quando però ci imbattiamo in corpi nei quali i medesimi componenti si trovano combinati nelle medesime proporzioni, e che tuttavia presentano caratteri sensibili e proprietà diverse, siamo naturalmente condotti a conchiudere, che la cagione delle accennate differenze sta nell'accozzamento dei corpi che li compongono, nella stessa guisa che nella nostra lingua incontransi parole di senso diversissimo, le quali composte sono dalle stesse lettere, ma collocate in ordine diverso.

Egli è specialmente nel regno organico che incontransi corpi siffatti. Nelle arti è assai impiegato l'olio di trementina, principalmente

per comporre vernici ; il suo odore è penetrante e piuttosto ingrato. L'arte del profumiere impiega l'olio essenziale di cedrato e quello di bergamotto; ambidue hanno un odore assai gradito, e servono ad oggetto di aromatizzare manteche, cosmetici ecc. L'essenza di garofani è un misto di due olii, dei quali uno è un acido (acido eugenico), l'altro è un olio simile ai tre precedenti, ma diverso da loro per la sua qualità odorosa.

In questi quattro corpi non solo si rinvengono gli stessi componenti (carbonio ed idrogeno), ma questi stanno tra loro negli stessi rapporti. Essi infatti in 100 parti contengono tutti

Carbonio 88,24,
Idrogeno 11,76.

Egli è ragionevole il credere che la differenza di questi composti provenga dalla disposizione dei componenti, poichè niun'altra cagione le si può assegnare. I corpi che sono in tal modo costituiti, diconsi *Isomeri*.

§ 8. Le cose dette finora intorno all' influenza che esercitano le proporzioni dei componenti sulla natura dei composti, ci conducono ad esporre sommariamente due leggi che è duopo già fin d'ora si pongano siccome basi di tutta la chimica, quelle anzi senza la cui scoperta la chimica non avrebbe mai potuto prendere posto nel novero delle scienze.

La prima dicesi *legge delle proporzioni definite*, la seconda *legge delle proporzioni multiple*.

La prima si formola così:

In un composto chimico ben definito e puro, i componenti hanno tra loro una relazione costante di peso.

La seconda si esprime in questi termini:

Quando dal combinarsi di due corpi nascono più composti, se prendansi di questi quantità tali, che il peso d'uno dei componenti sia per esse tutte costante, le quantità dell'altro si troveranno tutte multiple o submultiple d'una qualunque di esse presa per termine di paragone.

Sviluppiamo queste proposizioni:

§ 9. **Legge delle proporzioni definite.** In qualunque modo si produca dell'acqua, trovasi costantemente che essa, se è veramente pura, risulta composta in 100, da

Ossigeno 88,89,
Idrogeno 11,11.

In qualunque modo si ottenga il cloruro d'argento, la sua composizione è sempre tale che 100 parti di esso contengono:

Argento 75,29,

Cloro 24,71.

Se esaminiamo la composizione del solfato di potassa, troviamo sempre che 100 parti di esso, risultano da

Potassa . . 54,08,

Acido solforico 45,92.

Di tali esempi potremmo addurne tanti quanti sono i composti chimici conosciuti. Se qualcuno adunque ci chiedesse se possiamo avere acqua di cui 100 parti contengano più o meno d'idrogeno che 11,11, risponderemmo di no senza esitazione, e risponderemmo in egual modo quando ci si dimandasse se è possibile avere cloruro d'argento che in 100 parti contenga più o meno che 75,29 d'argento, o solfato di potassa in cui trovisi più o meno di 45,92 % d'acido solforico.

Da ciò si deduce che la prova della purezza di un composto chimico è la costanza nei rapporti tra i suoi componenti, e che allorquando questa non s'incontra in due o più ricerche successive, o debbesene accusare l'imperizia nostra nell'operare, o se ne deve argomentare che il corpo su cui si sperimentò non era ben puro, e dovea considerarsi come una mescolanza di diversi materiali.

Da questa legge deriva una conseguenza della massima utilità per le arti, che cioè dalla composizione conosciuta di un composto chimico si argomenta quanto debba adoperarsi dei materiali dai quali esso si genera, per ottenerne una quantità voluta; e data la quantità d'uno dei materiali da impiegarsi, si può stabilire per via di un semplice calcolo di proporzione, quanto degli altri faccia d'uopo adoperare per convertire il primo nel prodotto desiderato, e quanto di questo abbiasi ad ottenere. La legge che ora abbiamo esposta così brevemente non è adunque soltanto un fatto fondamentale per la scienza, essa debbe inoltre essere la guida del manufattore, basandosi sovr'essa l'utile impiego dei corpi di cui egli si serve, e la scelta dei procedimenti.

§ 10. **Legge delle proporzioni multiple.** La legge delle proporzioni multiple che abbiamo enunciata (§ 8) si può più praticamente esprimere così. Quando due corpi A e B si combinano in diverse proporzioni, se nei composti che ne risultano facciasi la quantità di A per tutti costante, le quantità di B che con essa sono combinate, trovansi per lo più tra loro nel rapporto di B: 2B: 3B: 4B: 5B ecc. A sviluppare questa legge ricorriamo ad alcuni esempi.

Nelle arti impiegasi in gran copia una sostanza salina che si estrae dalle ceneri, che dà al ranno la facoltà di detergere la biancheria, e

chiamasi dai chimici *carbonato di potassa*, perchè composta da acido carbonico e da potassa. La composizione di questo sale è tale che in 100 parti contiene

Potassa 68,17,
Acido carbonico . 31,83.

Se abbiasi una soluzione concentrata del carbonato di potassa, e si faccia passare per essa una corrente d'acido carbonico, la si vedrà presto intorbidarsi, e deporre un'abbondante quantità di cristalli conformati a guisa di lamelle, che si potranno agevolmente lavare con acqua fredda ed asciugare: se si cerca quale è la composizione di questo nuovo composto di potassa e di acido carbonico, si troverà che esso risulta in 100 parti da

Potassa 51,71,
Acido carbonico. 48,29.

Prendansi ora quantità tali di questi due composti che contengano egual quantità di potassa, per esempio 50. Si troverà che nel primo 50 di potassa si combinano con 23,35 d'acido carbonico, e che nel secondo la stessa quantità di potassa sta combinata con 46,69 d'acido carbonico, ossia con una quantità esattamente doppia di 23,35; onde questo sale venne nominato *bicarbonato* di potassa.

Se avessimo talento di prendere quantità di carbonato e bicarbonato di potassa che contenessero egual proporzione d'acido carbonico, per esempio 50, troveremmo che questa quantità costante d'acido si combinerebbe nel carbonato con 107,08 di potassa, e nel bicarbonato con 53,54 di potassa; quantità che è esattamente la metà di 107,08.

Abbiamo gà fatto cenno dei 4 ossidi di piombo, corpi diversissimi tra loro, sebbene risultino dai medesimi componenti; dicemmo allora che delle loro differenze debbe accagionarsi la diversità delle proporzioni dell'ossigeno e del piombo che vi si incontrano. Cerchiamo quali sieno le composizioni di questi ossidi, e troveremo le seguenti indicazioni numeriche; che cioè in 100 parti
il sottossido di piombo risulta da

Piombo 96,29,
Ossigeno 3,71;

il protossido o litargirio da

Piombo 92,83,
Ossigeno 7,17;

il sesquiossido

Piombo 89,62,
Ossigeno 10,38;

ed il biossido, od ossido pulce da

Piombo 86,61,
Ossigeno 13,39.

Prendansi ora di questi varii composti quantità tali che contengano tutte 100 di piombo, od in altri termini cerchisi quanto d'ossigeno si contenga per cento di piombo nei quattro diversi ossidi, e si troverà che le composizioni sovra indicate si dovranno esprimere nel modo seguente:

Sott'ossido,	Piombo	100;	Ossigeno	3,85;
Litargirio,	»	100;	»	7,72;
Sesquiossido,	»	100;	»	11,58;
Ossido pulce,	»	100;	»	15,46;

evidentemente i numeri indicanti le quantità dell'ossigeno stanno tra loro come 1 : 2 : 3 : 4.

Il ferro combinandosi coll'ossigeno forma più composti, dei quali i più importanti sono il protossido, il sesquiossido e l'acido ferrico. Il primo o protossido si compone in 100 parti da

Ferro 77,77,
Ossigeno 22,23;

il secondo, il sesquiossido, corpo che vedremo assai impiegato nelle arti, si compone di

Ferro 70,00,
Ossigeno 30,00;

l'acido ferrico poi si compone di

Ferro 53,85,
Ossigeno 46,15.

Facciamo per questi composti lo stesso lavoro che già facemmo pei precedenti, prendendone quantità che contengano per esempio 100 di ferro, e potremo esprimere le succennate composizioni con li seguenti numeri:

Protossido . . .	Ferro	100;	Ossigeno	28,58;
Sesquiossido . .	»	100;	»	42,86;
Acido ferrico .	»	100;	»	85,74;

i numeri che indicano le quantità di ossigeno stanno evidentemente tra loro nel rapporto semplice di $1 : 1+{}^1/_2 : 3$. Osservisi che questo rapporto, in cui uno dei termini è frazionario, può farsi di numeri intieri, essendo identico con quello di 2 ; 3 : 6.

§ **11. Analisi e Sintesi.** Le nozioni delle quali abbiamo dato un abbozzo, non sono supposizioni teoriche, o frutto dell'immaginazione umana: esse sono figlie dell'esperienza riunita di molti secoli, e

principalmente di questo nostro, in cui i mezzi coi quali s'indaga la composizione dei corpi si perfezionarono per modo che i più intimi secreti della natura furono per essi rivelati.

Questi mezzi dei quali il chimico si serve sono l'*analisi* e la *sintesi*. Per la prima i corpi composti si risolvono nei loro componenti; per la seconda i corpi diversi che l'analisi ha disgiunti, si combinano nuovamente affine di ripristinare il corpo analizzato. Quando scaldando a calore rosso nascente l'ossido rosso di mercurio, isolo i suoi due componenti, l'ossigeno ed il mercurio, io faccio l'analisi del detto ossido; ne faccio la sintesi quando tenendo il mercurio alla temperatura della sua bollizione in contatto dell'ossigeno, determino la combinazione di questi due corpi. Aggiungiamo però che col nome analisi si comprende altresì la separazione dei corpi i quali trovansi allo stato di mescolanza, quale sarebbe la separazione delle materie terrose d'un minerale dalla parte utile che essa contiene.

Per eseguire queste due operazioni il chimico procede in diverse e svariatissime guise a seconda dei casi che gli si presentano: ma il suo operare si può ridurre ad un numero non grande di atti od operazioni, delle quali è opportuno il tener discorso, essendochè esse sono pure le stesse onde si vale il chimico manufattore affine di giungere ai suoi fini, a convertire cioè i materiali che offre la natura in prodotti industriali.

Il modo con cui procede il Chimico per giungere alla conoscenza della composizione dei corpi, debbe variare secondo che questi sono composti o chimici, o semplici mescolanze di varii composti. Nel primo caso l'analisi si propone di separare corpi chimicamente combinati e riconoscerne gli elementi, e dicesi *analisi elementare*: nel secondo per lo più il Chimico incomincia dall'isolare l'uno dall'altro i corpi che trovansi allo stato di mescolanza, e ciò dicesi *analisi immediata*, a cui poi tien dietro la determinazione della composizione dei corpi isolati, per via dell'analisi elementare.

Nell'indagare la natura dei miscugli, l'analisi immediata debbe sempre precedere l'analisi elementare, primieramente perchè variando per lo più la composizione dei miscugli, difficilmente per mezzo della determinazione dei loro elementi si potrebbe giungere ad avere risultamenti costanti; in secondo luogo perchè le proprietà dei miscugli sono il risultamento delle chimiche proprietà dei corpi mescolati, le quali in essi si conservano inalterate, e delle quali non possiamo renderci conto, se non isoliamo con procedimenti opportuni i corpi ai quali esse appartengono.

Tra le operazioni che servono al riconoscimento della natura dei corpi alcune possono dirsi meramente meccaniche; esse servono a disgiungere materiali i quali trovansi in istato di mescolanza, od a predisporre i composti chimici a meglio subire l'influenza degli agenti che debbono sciogliere i vincoli d'affinità che ne tengono uniti i componenti; altre hanno per fine di modificare in qualche modo la composizione dei corpi, affine di mettere in evidenza gli elementi dai quali essi risultano. Diciamo brevemente delle une e delle altre.

OPERAZIONI ANALITICHE.

§ 12. **Divisione Meccanica.** Allorquando i corpi da sottoporsi all'analisi presentano un considerevole grado di consistenza, è duopo ricorrere ad operazioni meccaniche le quali ne sciolgano la continuità. A tale oggetto ricorriamo alla triturazione, alla macinazione, alla raspatura ecc. Queste operazioni si eseguiscono in grande negli opificii col mezzo di macine, di pestatoi, di raspe e d'altri congegni, dei quali si trova la descrizione minuta sui libri di meccanica applicata; noi ne faremo cenno a suo tempo parlando delle singole arti che saranno soggetto dei nostri studii. Nei laboratorii si adoperano, pei corpi che non hanno una considerevole durezza, mortai di ferro, di bronzo, di marmo, di porcellana: per li più duri adopransi mortai di porfido od agata. Per le sostanze organiche non suscettibili di triturazione, quali sono le radici ed i legni, usansi le raspe, le lime ecc.

§ 13. **Levigazione.** Allorquando siasi ridotto in polvere sottile un miscuglio di sostanze solide le une più pesanti delle altre, queste si possono separare dalle prime per via di una semplice operazione che dicesi *levigazionè*. Ponsi il miscuglio in vaso a larga apertura, vi si aggiunge molta acqua che violentemente si agita con un bastoncino, od altro arnese acconcio a tal uopo, talchè le particelle solide si disperdano in seno all'acqua e vi rimangano sospese; dopo ciò si lascia che il liquido si componga a riposo: le particelle solide si depongono allora in fondo al vaso nell' ordine del loro maggior peso, cioè le più pesanti le prime, ultime le meno pesanti. Quando le prime sonosi deposte, si versa il liquido che tien sospese ancora le meno pesanti in un altro vaso: si aggiunge nuova acqua e si

ripete l'operazione finchè più non abbiansi in fondo del vaso che le particelle più pesanti: il liquido col riposo fornisce le particelle più leggere.

Un'operazione di simil fatta l'eseguisce il fabbricante da terraglie, a cui non servirebbero le argille se prima non fossero scevre d'arena e di quei sassolini che in esse s'incontrano: egli spappola le argille in molt'acqua entro tinozze e vasche, agita il miscuglio per modo da ridurlo a poltiglia assai liquida, e quindi l'abbondona per breve ora, perchè l'arena e quanto v'ha di grossolano si deponga. A quel punto egli apre un orifizio scolpito nella parete della tinozza o vasca a qualche altezza dal fondo, e ne lascia fluire il liquido torbido per le materie più fine che vi sono sospese, le quali poi col riposo si depongono e forniscono la pasta opportuna per la fabbricazione delle terraglie.

Il muratore opera in questa guisa quando vuol sceverare dalla calce le pietre che vi sono frammiste. Egli la pone in una fossa poco profonda, per lo più triangolare, e munita ad uno degli angoli, che è troncato, d'una saracinesca che sovrasta ad una vasca profondamente scavata nella terra. Chiusa la saracinesca e posta nella fossa la calce, egli vè la spegne con molt'acqua, e rimestandola la riduce in una poltiglia liquidissima; questa egli abbandona per breve ora al riposo, quindi aperta la saracinesca la lascia fluire nella vasca sottoposta: nella fossa rimangono le pietre.

Con egual procedimento, modificato però nelle forme, separansi negli stabilimenti metallurgici i minerali utili dalle ganghe o materie inutili che loro sono commiste.

§ 14. **Decantazione**. Per separare i solidi dai liquidi, quando quelli sono molto più pesanti di questi, serve assai bene l'operazione che chiamasi *decantazione*. Il liquido torbido, si lascia in riposo finchè tutta la materia solida siasi raccolta in fondo ad esso. A questo punto inclinasi il vaso per modo che il liquido tutto ne fluisca, badando che esso non trascini con sè del corpo solido. Nelle operazioni chimiche di analisi, il travasare un liquido presenta talvolta qualche difficoltà perciocchè se il vaso è pieno fino all'orlo o poco meno, al primo inclinare che se ne fa il liquido che fluisce, tocca la superficie

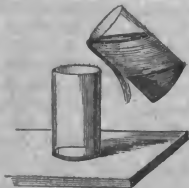


fig. 9

esterna del vaso e scorre sovr'essa cadendo fuora dal sottoposto recipiente (*fig.* 9); per ovviare a questo inconveniente basta talvolta inclinare un po' bruscamente il vaso che contiene il liquido, od ungerne con un po' di grasso l'orlo per cui il liquido debbe fluire, od applicarvi, nel modo indicato dalla *fig.* 10, un tubo o bastoncino di vetro, il quale serve di guida al liquido, e lo dirige nel vaso sottoposto.

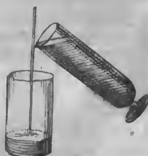


fig. 10

Acconci all'uopo di decantar liquidi sono vasi cilindrici, gli orli dei quali o sono allargati a guisa di campana, (*fig.* 11), o muniti d'un becco o canaletto da cui il liquido viene guidato sotto forma di getto nel sottoposto recipiente (*fig.* 12).

Quando operasi in grande è difficile che il vaso in cui si contiene il liquido si presti a questa operazione; essa allora si eseguisce per lo più col mezzo di aperture fatte nei vasi a poca altezza dal livello del corpo solido che vi è deposto, e munite di chiavi da cui può a volontà farsi fluire il liquido.



fig. 11

Spesso la decantazione si opera col mezzo d'uno strumento semplicissimo che chiamasi sifone, di cui grande è l'utilità, e di cui ci giova dire alcuna parola. Il sifone è un tubo di vetro o di metallo, di piccol diametro, piegato a modo di *V* con un braccio lungo, l'altro più corto (*fig.* 13). Quando si vuole decantare un liquido col mezzo di esso, lo si rivolge cogli estremi delle sue braccia diretti in alto, e si riempie d'acqua, quindi appoggiato l'apice di un dito sull'orifizio del braccio più lungo, si capovolge rapidamente e se ne immerge l'altro braccio nel liquido che vuolsi travasare; tolto il dito, il liquido fluisce, e cade nel sottoposto recipiente trascinando seco il liquido contenuto nel vaso (*fig.* 14). L'estremo del braccio corto non deve immergersi nel liquido da decantarsi tanto che tocchi la posatura che vi sta sotto, la quale dalla violenza dell'ascesa del liquido verrebbe con esso trascinata, ma si deve tenersene alquanto lontano,

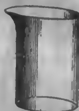


fig. 12



fig. 13

e più o meno secondo che la posatura è più o meno facile a smuoversi. Alcuna volta al sifone si aggiunge un tubetto, che saldato presso l'orifizio del braccio più lungo, e piegato in alto, serve a caricarlo (*fig.* 15). Per servirsi di un così fatto sifone se ne immerge il braccio corto nel liquido da decantarsi e fino a qualche distanza dalla posatura, quindi chiudesi con un dito l'orifizio inferiore dell'altro braccio, e preso tra le labbra il tubetto che vi è connesso vi si fa un' aspirazione sufficiente perchè il liquido salito fino alla curvatura del sifone, scenda nel braccio lungo e quasi tutto lo riempisca. Allora si cessa da ulteriore aspirazione, si allontana il dito che chiude l'orifizio del lungo braccio, ed il liquido ne fluisce con getto continuo. Operando con un sifone di questa forma, è d'uopo andar guardingo perchè trattandosi di un liquido corrosivo od altrimenti pernicioso alla salute, non se ne introduca in bocca, il che accadrebbe quando si facesse una troppo violenta aspirazione.

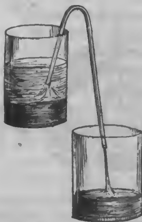


fig. 14



fig. 15

Nelle arti spesso si ricorre alla decantazione. Così per modo d' esempio l' amidoniere dopo avere estratto l'amido dai cereali o dalla patata, volendo, per purificarlo, separarne le materie estranee che ancora lo imbrattano, lo allunga con molt' acqua e ve lo stempera; poi lascia l'acqua in riposo finchè tutto l'amido si sia deposto sul fondo del vaso; a tal punto egli versa il liquido od inclinando il vaso, od aprendo una chiave opportunamente collocata nelle pareti di esso. Quindi nuovamente agita l'amido deposto con nuova acqua, e ripete l'operazione descritta finchè l'amido trovasi portato a perfetta purezza.

§ **15. Filtrazione.** La precedente operazione è opportunissima quando la sostanza solida facilmente si separa dal liquido in cui è divisa: se ciò non è si ricorre alla filtrazione. Questa si eseguisce sempre col mezzo di corpi porosi, penetrabili dai liquidi, ma impenetrabili dalle particelle solide che vi stanno sospese. Per tal uopo ci serviamo ora di una tela fitta, ora di un pannolano, ora, e più frequentemente nei laboratorii, di carta così detta da *filtro*. La tela, il

pannolano per lo più si fissano su d'un telaio di legno a cui si connettono per mezzo di punte metalliche (*fig.* 16): al pannolano talvolta si dà la forma di un cono allungato a cui dassi il nome di *berretto* o *manica d'Ippocrate*. Di simili filtri servonsi bene spesso i manufattori; così egli è su d'una tela per lo più che raccolgonsi e lavansi le lacche di cui fanno uso i fabbricanti di tappezzerie di carta, i decoratori di appartamenti; egli è col berretto d'Ippocrate che filtransi i sciroppi dopo la depurazione, col mezzo della chiara d'uova ecc. Per lo più la filtrazione si eseguisce con filtro di carta collocato sopra un imbuto. Questo, che pel più degli usi è di vetro, debbe avere la forma d'un cono, la cui punta si termina in un tubo o collo quasi cilindrico Se ne trovano di varie fogge e di varie proporzioni; i più convenienti sono quelli che hanno la forma indicata dalla *fig.* 17, nei quali cioè l'orlo ossia la base del cono è eguale a mezza la periferia d'un circolo che si descriverebbe con un raggio eguale al lato del cono stesso. Il cono debbe fare un angolo vivo col collo; questa condizione è difficile ad ottenersi dai fabbricanti di vetro, ed è per ciò che spesso gl'imbuti di grandi dimensioni non sono acconci al loro uso.



fig. 16



fig. 17

Il filtro è un cono di carta che s'introduce nell'imbuto, e vi si adatta, e su cui gettasi il liquido. V'hanno più modi di foggiare i filtri; il più semplice consiste nel piegare un foglio di carta due volte sopra se stesso ad angolo retto, e tagliarlo in modo d'avere un circolo il cui raggio sia eguale al lato *bc* dell'imbuto. Questo circolo piegato due volte s'introduce nell'imbuto e vi si spiega a mezzo: esso allora ha la forma di un cono (*fig.* 18), che esattamente si adatta alla forma dell'imbuto. Benchè la filtrazione riesca per lo più un po'lunga per mezzo di filtri così fatti, egli è tuttavia necessario servirsi di questi semprechè si abbia intenzione

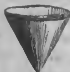
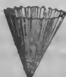


fig. 18

di raccogliere esattamente una sostanza polverosa e lavarla sul filtro. Talvolta adopransi filtri a pieghe; come questi si ottengano è cosa più facile ad impararsi con l'uso che a descriversi. Essi hanno ora poche pieghe ad angolo vivo come quello della *fig.* 19, ora ne hanno un numero infinito come quello della *fig.* 20; col mezzo di tali filtri la filtrazione procede più rapidamente che col precedente; essi però, e principalmente quello della *fig.* 20, facilmente si rompono.


fig. 19


fig. 20

Poche sono le arti nelle quali tali filtri vengano adoperati. Ci giova però accennare la fabbricazione dei vini scelti, i quali spesso si chiarificano per filtrazione, la preparazione di alcune tinture di cui fanno uso i fabbricanti di liquori ecc.

Alcuni liquidi, come gli acidi concentrati, non potrebbero essere filtrati attraverso la tela o la carta, poichè prontamente le altererebbero. Per filtrarli si versano entro un imbuto di vetro, il cui collo sia turato da un piccolo gomitolo di amianto leggermente compresso. Il liquido comincia ordinariamente a passare alquanto torbido, ma poi si fa limpido a cagione dello stringimento dei vani attraverso ai quali esso si fa strada. All'amianto si sostituisce talvolta il vetro pesto, di cui si comineiano ad introdurre nel collo dell'imbuto pezzetti alquanto grossolani, ai quali si sovrappone vetro in polvere più sottile.

Poichè facilmente si separano i corpi solidi dai liquidi col mezzo delle operazioni accennate, sarà sempre facile il separare due corpi solidi l'uno dall'altro quando per qualche modo all'un d'essi si possa dare la liquidità. Questo scopo può ottenersi per mezzo di varie operazioni le quali sono la soluzione, la dissoluzione e la fusione.

§ 16. **Soluzione.** Questa operazione consiste più generalmente ne porre in contatto di un corpo solido un liquido capace di impadronirsene e dargli la liquidità, senza però alterarne la natura. Quando si pone zucchero nell'acqua e vi si agita, scorgesi tosto che esso più o meno rapidamente si dilegua facendosi liquido in seno dell'acqua, a cui comunica il sapore dolce e tutte le sue proprietà: diciamo allora che lo zucchero si scioglie nell'acqua. Quando gettiamo un pugno di sale da cucina nel vaso in cui facciam cuocere la carne, noi ne procuriamo la soluzione; il sale comunica per tal modo all'acqua il suo

sapore e tutte le reazioni che gli sono proprie, ed astrazione fatta della solidità, non perde nulla della sua natura.

Il liquido col cui mezzo ottiensi la soluzione chiamasi *veicolo*, *sciogliente* o *menstruo*.

I liquidi più spesso impiegati per la soluzione sono l'acqua, l'alcool, l'etere: più raramente usansi lo spirito di legno, gli olii essenziali, gli olii grassi, il solfuro di carbonio, il mercurio ecc.

Sonvi corpi capaci di soluzione e diconsi *solubili*, altri che non possono sciogliersi e diconsi *insolubili*.

Non v'ha per così dire un corpo che sia solubile in qualsivoglia liquido; la solubilità e l'insolubilità sono per lo più relative; così la gomma arabica è solubile nell'acqua, insolubile nell'alcool e nell'etere. Le resine che sciolgonsi benissimo nell'alcool non si sciolgono nell'acqua; il solfo insolubile nell'acqua, è solubile negli olii volatili e negli olii fissi. Pochissimi corpi si conoscono i quali non abbiano alcuno sciogliente.

Si comprende facilmente come l'impiego dei varii sciogiienti torni di grande vantaggio al chimico ed al manufattore, per separare corpi gli uni dagli altri. L'estrazione delle materie coloranti, la separazione dei sali dalle materie terrose, dello zucchero dalle radici di barbabietola ecc. sono operazioni le quali si fondano sul fatto della solubilità ed insolubilità dei solidi relativamente ai varii liquidi. Lo sciogliente il più comune ed il più facile ad aversi è l'acqua; esso è più d'ogni altro impiegato nelle arti.

Una quantità determinata d'un liquido per lo più non può sciogliere che una quantità determinata di un solido in esso solubile, e quando l'abbia già sciolta, può stare in contatto di nuova porzione del medesimo solido senza che più valga a prenderne in sè una benchè minima particella: esso dicesi allora *saturo* ovvero al suo punto di *saturazione*.

La solubilità però di molti corpi varia secondo le temperature. Tal corpo che alla temperatura ordinaria non si scioglie che poco nell'acqua, vi si scioglie in abbondanza se questa venga riscaldata; tali sono il nitrato di potassa, il solfato di ferro, il solfato di rame ecc. Alcuni rari corpi sono quasi altrettanto solubili a freddo quanto a caldo, come è il sale marino. Alcuni poi sono più solubili a freddo che a caldo; le loro soluzioni si intorbidano se vengano portate alla bollizione. Vedrassi in progresso di tempo come quest'influenza della temperatura torni utile al manufattore. Da ciò ne viene che una soluzione di nitro *satura*, ma fatta alla temperatura ordinaria, non sarà più da considerarsi come tale, quando venga portata a $+50^{\circ}$ ovvero $+100^{\circ}$.

essendo che a queste temperature essa può ancora sciogliere nuove quantità di nitro. Quando adunque si accenna ad una soluzione *satura* conviene accennare alla temperatura a cui essa si è ottenuta.

Una soluzione non satura può rendersi tale o con aggiungerle del corpo solido, o coll'eliminarne una parte del veicolo; la quale operazione dicesi *concentrazione della soluzione*.

Fra le operazioni chimiche sonvene alcune, le quali si eseguiscono su corpi organici, ed hanno per iscopo di separarne materiali solubili, e perciò in essenza non sono che modi di soluzione, ma prendono nomi diversi e sono diverse nei loro risultamenti a cagione della temperatura a cui si eseguiscono.

a. La *macerazione*.; quest'operazione consiste nell'azione prolungata di uno sciogliente alla temperatura ordinaria sopra un corpo solido da cui vogliansi estrarre materiali solubili. Ne abbiamo un esempio nell'operazione che facciam subire ai fusti del canape affine di separare dalla fibra che l'involge i materiali che la colorano.

b. La *digestione* è una macerazione in cui l'azione dello sciogliente si agevola tenendolo continuatamente alla temperatura di circa 35 gradi, talvolta anche fino a 70.

c. L'*infusione* è una pronta o momentanea azione di un liquido bollente su d'un corpo solido. Per lo più operasi portando il liquido alla bollizione, gettandovi entro la sostanza solida, e togliendolo immediatamente dal fuoco. Talvolta portasi il liquido alla bollizione e tosto si versa sulla sostanza solida. Suolsi in tal caso dare all'operazione il nome di *affusione*.

d. La *decozione* è l'operazione che si eseguisce tenendo per tempo più o meno lungo un liquido alla bollizione in contatto con un corpo solido da cui vogliansi estrarre materiali solubili.

Queste varie operazioni sono nel numero di quelle che più frequentemente praticansi nelle arti; è d'uopo distinguerle l'una dall'altra, imperciocchè dove l'una è opportuna l'altra non può esservi sostituita. Diamone qualche esempio.

In commercio trovasi talvolta il tornasole in pani, in cui colla materia colorante azzurra dei licheni e colla calce che serve a prepararlo v'ha pure amido con altre materie straniere. Per estrarne la materia colorante, che è solubile nell'acqua, è d'uopo ridurre in polvere i pani, versarvi sopra acqua tiepida, lasciarvela per qualche tempo, quindi filtrarla. Se procedessimo invece con acqua bollente, sia per infusione sia per decozione, non otterremmo una soluzione della materia colorante, ma una pasta od un liquido denso che non

potrebbe servire all'uopo a cui destinasi la tintura di tornasole. Perciocchè l'amido si scioglierebbe od almeno si rigonfierebbe nell'acqua e mescolerebbesi colla materia colorante da cui non potrebbe venir separato.

Nell'economia domestica ci serviamo come di grata bevanda dell'infuso di *the*. Essa ottiensi facendo bollire acqua e versandola in un vaso in cui siasi posta una conveniente quantità di foglie di the, le quali, pel breve loro soggiornarvi, ritenendo le sostanze loro che non si sciolgono che per lunga bollizione, abbandonano all'acqua soltanto i materiali aromatici che ne vogliamo estrarre. Se invece di procedere in tal guisa noi facessimo bollire per qualche tempo l'acqua insieme colla foglie di the (decozione), otterremmo, invece di una bevanda aromatica, un liquido privo d'ogni aroma, ricco di materiali mucilaginosi ecc., grave allo stomaco, e più nauseoso che piacevole.

La stessa cosa dicasi del caffè, da cui per infusione nell'acqua otteniamo una bevanda gradita, aromatica ed eccitante; per bollizione otterremmo una bevanda priva d'aroma, astringente e disgustosa. Nell'arte tintoria quando voglionsi estrarre le materie coloranti rosse della garanza o robbia, si sottomette dapprima questa radice ad una macerazione nell'acqua, la quale ne toglie la materia colorante gialla inutile (xantina), poi si tratta per digestione con acqua alla temperatura di 70° incirca, la quale scioglie le due materie coloranti rosse, la porporina e l'alizarina.

Come un modo particolare di soluzione debbesi considerare la *lisciviazione*, la quale consiste nel fare attraversare dal liquido sciogliente uno strato più o meno alto della sostanza da cui debbesi estrarre qualche materiale solubile.

È una lisciviazione quella che si eseguisce nella tinozza della lavandaia, la quale colloca su d'una tela, da cui è coperta la biancheria da purgarsi, una quantità conveniente di cenere di legno, e vi affonde sopra a riprese acqua bollente, la quale, attraversandola, ne porta con sè quanto essa ha di solubile, e venendo poi a contatto della biancheria, ne toglie le macchie e le sozzure.

In Russia, in Toscana, in Piemonte la lisciviazione delle ceneri si eseguisce in grande, affine di estrarne la potassa o carbonato di potassa, sostanza che trovasi abbondantemente in commercio, e che è la stessa che nella tinozza della lavandaia serve a purgare la biancheria.

Colla lisciviazione estraggonsi i varii nitrati dalle terre nitrifere per essere convertiti in nitro del commercio; colla stessa operazione

estraevasi dalle terre di Canale, paese della nostra provincia di Alba, il solfato di magnesia o sale di Canale ecc.

Vedremo a suo tempo quali sieno le forme più acconce da darsi agli apparecchi nei quali si eseguisce la lisciviazione.

Non tralasceremo d'osservare che nel novero delle soluzioni comprendonsi pure quelle operazioni nelle quali un corpo liquido viene ricevuto da un altro liquido, in cui intimamente si incorpora, ed a cui comunica le sue proprietà; come pur quelle per cui mezzo un corpo gasoso è ricevuto in seno d'un liquido perdendovi almeno temporariamente la sua *gaseità*. Così diciamo che l'alcool e l'acido solforico si sciolgono nell'acqua, come diciam pure che ci si sciolgono nell'acqua l'ammoniaca, l'acido cloridrico ecc.

I varii gradi di solubilità nei varii veicoli di cui godono i liquidi ed i gas ci guidano spesso a trovar modo con cui un liquido si separi da un altro, o si isolino corpi gasosi mescolati. Così si sa che l'alcool è solubile nell'acqua, e che l'etere solforico non vi è che poco solubile, e che inoltre l'alcool e l'etere possono trovarsi insieme sciolti l'uno nell'altro. Si abbia adunque un liquido misto d'alcool e d'etere, se vi si aggiunge acqua, si otterrà la separazione dei due liquidi, l'alcool verrà sciolto dall'acqua, l'etere si isolerà sotto forma di uno strato insolubile, e verrà a galleggiare sul liquido.

Se abbiasi un misto di gas ossigeno e di gas ammoniaco, dei quali il primo è pochissimo solubile nell'acqua, il secondo solubilissimo, si potrà separare quello da questo, agitando il miscuglio gasoso con acqua, la quale si approprierà tutta l'ammoniaca lasciando l'ossigeno.

§ 17. **Dissoluzione.** Con questo nome si indica quell'operazione in cui si dà la liquidità ad un corpo solido col mezzo d'un liquido che ne cangia la chimica natura. Quest'operazione non dovrà adunque confondersi colla soluzione, in cui il liquido sciogliente non cangia la natura del corpo sciolto.

Io prendo carbonato di barita e vi aggiungo acqua; il carbonato non vi si scioglie: se all'acqua aggiungo un po' d'acido nitrico, osservo bentosto il carbonato insolubile prendere la liquidità, e scomparire in seno al liquido. Il corpo solido però non ha solo perduta la solidità, esso ha inoltre cangiata la sua natura; di ciò ho già un indizio nello sprigionamento d'acido carbonico che violentemente agita il miscuglio, e ne sono poi pienamente convinto quando cerco nel liquido la materia disciolta, e vi rinvengo un corpo solido in cui v'ha bensì la barita, ma combinata con l'acido nitrico, e formante un composto nuovo, il nitrato di barita. In questo fatto, cioè nella dissolu-

zione, trovansi inchiusi due fatti parziali: l'uno la formazione di un nuovo composto, l'altro la soluzione di questo nel liquido adoperato. Perchè adunque si ottenga la dissoluzione di un corpo è d'uopo che il prodotto della reazione chimica che esso subisce sia solubile nel liquido stesso impiegato. Ne vogliamo una prova? facciamo reagire del carbonato di barita con acido nitrico alquanto concentrato, otterremo bensì la formazione del nitrato di barita, ma questo starà in fondo dell'acido allo stato di solidità, nè si scioglierà se l'acido non viene allungato con molt'acqua; perciocchè egli è in questo liquido e non nell'acido che il detto nitrato si scioglie.

Di questa operazione valgonsi ben sovente i chimici manufattori: così il ferro disciogliesi nell'acido solforico allungato con acqua convertendosi in solfato di protossido di ferro o vitriolo verde: il carbonato di magnesia disciogliesi nell' acido solforico convertendosi in solfato di magnesia, ecc.

Come questa operazione possa tornar utile nella separazione dei corpi, il dimostreranno alcuni esempi.

Su d'un misto di polvere d'oro e di polvere d'argento io verso acido nitrico un po' concentrato, poi scaldo il miscuglio; un vivo movimento vi si manifesta; in breve tempo tutto l'argento scompare, e non rimane che l'oro allo stato di solidità; l'argento si è disciolto nell'acido nitrico convertendosi prima in nitrato d'ossido d'argento (naturalmente solido) e sciogliendosi quindi nell'acido nitrico: l'oro incapace d'essere chimicamente modificato dall'acido nitrico, rimase come residuo, e facilmente si può separare dalla dissoluzione d'argento per mezzo di decantazione e di filtrazione.

Nel commercio trovasi talvolta carbonato di piombo o cerusa che è mista per frode con solfato di barita; il primo è capace di disciogliersi nell'acido nitrico, non il secondo. Quando vogliasi adunque riconoscere se la cerusa è pura o contiene solfato di barita, se ne prenda una piccola quantità, e vi si aggiunga acido nitrico alquanto allungato con acqua; il solo carbonato si discioglierà, il solfato rimarrà siccome materia insolubile nell'acido impiegato.

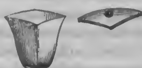
§ 18. **Fusione.** Questa operazione consiste nel dare la liquidità ad un solido col soccorso del calore.

Vi sono corpi i quali resistono all'azione del calore il più intenso senza fondersi; questi vengono detti corpi *refrattari* o *apiri* (1); tale

(1) Le belle sperienze di Desprez hanno dimostrato in questi ultimi tempi, come non vi sia corpo che veramente si possa dire refrattario od apiro. Tutti i corpi che egli sottopose al calore prodotto da un elettromotore di 600 coppie, o vennero compiutamente fusi, o diedero segni d'incipiente fusione e di rammollimento.

sarebbe il diamante: gli altri che a più o meno elevata temperatura si struggono, diconsi corpi *fusibili*. E poichè la fusione può operarsi a varie temperature a seconda della natura dei corpi sui quali si opera, così varii sono gli strumenti che si consacrano a questa operazione, i quali pei corpi più fusibili possono essere di vetro ed anche di legno, per quelli che esigono più elevata temperatura sono di ferro, di terra refrattaria, di porcellana, di platino o d'argento; ad essi si dà ordinariamente la forma d'un crogiuolo che si munisce per lo più di un coperchio che ne possa chiudere l'orifizio (*figg*. 21 e 22).


fig. 21


fig. 22

Spesso essendo due corpi in istato di mescolanza, l'un d'essi può separarsi dall'altro per la sola azione del calore, quando esso sia fusibile e l'altro no, e quando sieno ambidue fusibili ma a temperature molto diverse. Se scaldiamo in un crogiuolo un misto di terra e solfo, quando sarem giunti ad avere una temperatura conveniente per fondere compiutamente quest'ultimo, potremo separarlo dalla terra inclinando il crogiuolo su di un altro recipiente, e decantando quanto si è liquefatto. Nel commercio trovasi sovente la cera vergine adulterata con farina di grano turco o materie terrose. A discoprire la frode basta scaldare entro bacinella di porcellana un pezzo della cera finchè siasi fusa. A quel punto sarà facile scorgere in fondo del vaso in cui si opera la farina di gran turco o la terra che vi si raccoglie come più pesante della cera liquefatta, e non sarà difficile, inclinando la bacinella con precauzione sopra un recipiente, decantarne la cera fusa, ed isolarne la sostanza straniera che le era stata mescolata.

§ **19. Calcinazione**. Vi sono corpi solidi i quali sono capaci di prendere sotto l'azione del calore lo stato gasoso (aeriforme), altri no. I primi chiamansi *volatili*, i secondi *corpi fissi*. Così il sale ammoniaco conosciutissimo nelle arti, l'arsenico ecc. sono volatili; le sostanze terrose, la sabbia per l'incontro sono fisse.

Se abbiasi un miscuglio di corpi, dei quali alcuni sieno fissi, altri volatili, sarà facile il separare gli uni dagli altri col mezzo del calore. A ciò serve la calcinazione, la quale si fa in vasi aperti, come bacinelle, crogiuoli ecc., ogniqualvolta non è nostro intendimento di

ritenere e far nostro prò delle sostanze volatili che col calore discacciamo, e solo apprezziamo il residuo fisso che ci rimane.

La calcinazione si pratica pure talvolta per indurre in un corpo quelle modificazioni che in esso possono cagionare le azioni congiunte del calore e dell'aria; così calcinando, ossia scaldando fortemente in vaso di terra aperto il piombo metallico, in guisa che l'aria lo lambisca, ed agitando il metallo strutto perchè tutto venga a sentire l'azione dell'aria, lo si converte in breve tempo in quella sostanza che gli antichi chiamavano calce di piombo, e che noi diciamo litargirio, o più chimicamente protossido di piombo.

Il calore, come potenza che vale a modificare le affinità chimiche, scompone ben sovente corpi composti, eliminandone alcuno dei componenti il quale sia capace di volatizzarsi; quindi la calcinazione diviene in alcuni casi un potente mezzo di analisi. Così calcinando in un crogiuolo un pezzo di marmo o di carbonato di magnesia, se ne scaccia tutto l'acido carbonico, e si ottiene per residuo la calce e la magnesia.

§ **20. Evaporazione.** I liquidi quasi tutti sono capaci di venir modificati per modo dal calore che, perdendo la liquidità, prendono lo stato gasoso e disperdonsi nell'aria, se l'operazione si eseguisce in vasi aperti.

Se in una caldaia aperta facciasi bollire acqua, osserverassi che il livello di questa va via via abbassandosi, finchè essa interamente scompare. La stessa cosa accadrebbe, e più prontamente, se invece dell'acqua sottoponessimo all'azione del calore l'alcool, l'etere, ecc. Il mercurio, l'acido solforico presenterebbero, benchè con maggiore difficoltà, lo stesso fenomeno.

L'operazione per cui da un miscuglio si discaccia uno o più corpi liquidi per l'azione del calore chiamasi *evaporazione*, perciocchè chiamasi vapore un liquido od anche un solido che per forza del calore trovasi portato allo stato di corpo gazoso o aeriforme, cioè simile all'aria. Questa può eseguirsi a temperatura più o meno elevata. Egli è per mezzo della evaporazione che ci procuriamo allo stato di secchezza le frutta, le radici che vogliamo conservare lungo tempo, le carni che voglionsi preservare dalla corruzione, i sali che si contengono nelle acque delle sorgenti saline ecc. Gli apparecchi che servono all'evaporazione nelle officine e nelle manufatture verranno descritti a tempo opportuno. Nei laboratorii chimici per lo più servono a tal uso bacinelle o catinelle le quali sono di ferro o di rame o d'argento o di platino o di porcellana: la loro forma è per lo più quella d'una

callotta sferica o d'un bacino a fondo piano: il loro orlo vien talvolta arrovesciato in fuori in un punto a modo di becco, perchè più facile riesca il decantare i liquidi da essi in altri recipienti (*figg.* 23 e 24).

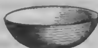


fig. 23



fig. 24

I vasi nei quali si fa l'evaporazione si scaldano in diverse guise a seconda dei casi: talvolta si espongono a *fuoco nudo*, ossia al calore diretto d'un combustibile qualunque, come legno, carbone ecc.: tal altra invece si adagiano su d'una coppa ripiena di sabbia fina (*bagno d'arena*), la quale, scaldata dal combustibile, diffonde in essi per tutti i punti di contatto il calore, che riesce più uniforme che non col mezzo d'un riscaldamento diretto: tal altra finalmente a vece della sabbia usasi l'acqua contenuta in un catino o bacino su cui si colloca il vaso evaporatore (*fig.* 25) sostenuto da una lastra annulare: l'acqua scaldata o con fuoco di carboni o con fiamma di lampada comunica il suo calore al vaso evaporatore ed al liquido che vi è contenuto, il quale viene per tal guisa portato a regolare evaporazione. Il vaso contenente l'acqua, e che serve a tal uso dicesi *Bagno Maria*.



fig. 25

§ **21. Sublimazione.** I corpi solidi volatili quando per via del calore presero lo stato di gas, possono venir ricondotti allo stato primitivo di solidità col raffreddamento.

Se nel ventre d'un matracciuolo (*fig.* 26) si colloca un po' di canfora, e vi si scalda col mezzo d'una lampada a spirito quanto fa d'uopo per portarla a prendere lo stato gazoso, osserverassi che la canfora a poco a poco abbandonerà la sua sede, e verrà a raccogliersi come una crosta solida aderente alle pareti fredde del collo del vaso in cui si opera. Egli è chiaro che quando si abbia un misto di sostanze fisse

e di sostanze volatili e sublimabili, gioverà a separare queste da quelle il sottoporre il miscuglio all'azione del calore in vasi opportunamente disposti, perchè quanto si volatilizza nuovamente si condensi e si raccolga; quindi è che nelle arti la sublimazione praticasi ben sovente; per essa si estraggono o si purificano il sale ammoniaco, la canfora, il solfo, l'arsenico ecc.



fig. 26

§ 22. **Distillazione.** Si indica con questo nome l'operazione con cui un corpo volatile, sia naturalmente liquido, o sia capace di liquefarsi per forza del calore, vien portato allo stato di vapore, quindi per raffreddamento viene ricuperato sotto forma di liquido, forma che esso può conservare permanentemente, o perdere in seguito.

Differisce questa operazione dalla evaporazione per ciò, che in quest'ultima si lascia che i vapori liberamente si svolgano e si disperdano nell'aria, nella distillazione invece i vapori vengono condotti in luogo dove perdendo il calore che li produsse ritornino alla liquidità.

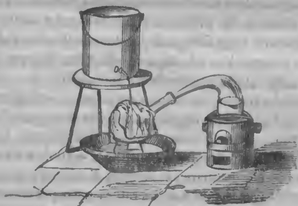


fig. 27

In una storta (*fig.* 27) si introduca una quantità d'acqua tale che non ne riempisca che un terzo circa della capacità; al collo di essa si adatti un pallone che si tenga freddo col mezzo d'un filo d'acqua ghiacciata che sopra vi cada, poi si scaldi il ventre della storta; il liquido che vi è contenuto si convertirà in vapori i quali condotti

pel collo nel pallone quivi perderanno quel tanto di calore che è cagione del loro stato gasoso, e faranno ritorno alla liquidità; in breve tempo l'acqua si sarà tutta trasportata dalla storta nel pallone.

Abbiamo detto che anche corpi non naturalmente liquidi, ma che tali diventano per virtù del calore, possono distillarsi. Ne abbiamo una prova nello zinco; introdotto questo metallo in una storta di terra e scaldato convenientemente, comincia per struggersi, poi entra in bollizione e si converte in vapori, i quali appena giunti nel collo della storta, vi si condensano sotto forma di gocciole liquide, alle quali un ulteriore raffreddamento concilia nuovamente la solidità; questa è una vera distillazione.

Egli è chiaro che quando si abbia un miscuglio di corpi fissi e di corpi volatili, la distillazione potrà in molti casi tornar utile per la loro separazione. Così essa serve nelle fabbriche di spirito di vino per separare questo liquido dai graspi d'uva fermentata da cui già si espresse il vino.

Oltre a ciò se due liquidi si trovassero misti, o sciolti l'uno nell'altro, ed avessero volatilità molto differenti (cioè esigessero temperature molto differenti per prendere lo stato di vapore) il più volatile potrà essere separato da quello che lo è meno per via di distillazione, e ciò si otterrà scaldando il miscuglio al grado conveniente perchè il più volatile si distilli. Se a cagione d'esempio si ponessero insieme nella storta (*v. fig.* 27) acqua che si evapora a +100° e mercurio che per evaporarsi esige 325 gradi; scaldando il misto dei due liquidi a + 100° si giungerebbe ad ottenere che tutta l' acqua distillasse, rimanendo nella storta per residuo il mercurio (1).

Osservisi tuttavia che talvolta un corpo poco volatile trovandosi in contatto d'un liquido che distilla, si gasifica esso pure, e viene dai vapori del suo compagno trascinato alla distillazione. Così, quando si abbia un miscuglio d'acqua che distilla a +100°, e d'etere che non esige che +35° per distillare; se si cerca di separare questi due corpi per distillazione, operando a temperatura poco più elevata di +35°, si otterrà bensì nel liquido distillato la maggior parte dell'etere, ma con esso anche alquanto di acqua, ed il liquido che rimarrà nella storta

(1) Quando diciamo che il mercurio rimane nella storta come residuo dell'operazione descritta, non vogliam dire che nulla affatto non se ne evapori, ma che la massima sua parte si ricupera nella storta. Il mercurio tuttochè poco volatile, si evapora tuttavia anche a temperie ordinaria; dunque anche a +100°, ed a più forte ragione.

sarà bensì costituito in massima parte da acqua, ma riterrà ancora una parte dell'etere, che non se ne svellerà che col mezzo di temperatura più forte.

Ogni apparecchio distillatore si compone sempre di una parte in cui si producono i vapori e di un'altra in cui essi si condensano. Ci faremo stretto obbligo di descrivere, a misura che ne verrà il destro, le varie forme che si danno a questi apparecchi ed il modo di adoperarli.

Ci occorrerà di parlare, e specialmente nella Chimica organica, della *distillazione secca*: questa, che non è una vera distillazione, sì piuttosto un modo di decomposizione, si eseguisce sottoponendo all'azione di calore convenientemente elevato, una materia non volatile, ma capace di fornire materiali liquidi e volatili per via dell'alterazione prodotta dall'azione del calore. Così per mezzo della distillazione secca ottengonsi dal legno l'acido acetico o prolignoso, lo spirito di legno, materie oleose e bituminose, le quali tutte non esistono nella sostanza legnosa, ma si formano nel suo decomporsi.

§ 23. **Cristallizzazione.** Quando un corpo liquido o gazoso, per cagioni delle quali terremo discorso fra poco, acquista la solidità, non di rado addiviene che esso vesta la forma di poliedri regolari e geometrici, a cui si dà il nome di *cristalli* (*figg.* 28-29-30-31). L'operazione col cui mezzo questi si ottengono, dicesi *cristallizzazione*.

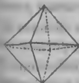


fig. 28

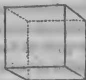


fig. 29

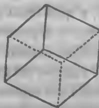


fig. 30



fig. 31

È necessario che diamo alcune nozioni intorno a questa operazione, la quale frequentemente si eseguisce dal chimico manufattore, e può in alcune circostanze essere un mezzo di separazione di corpi i quali trovinsi allo stato di mescolanza.

Per lo più i cristalli si formano in seno alle soluzioni; perciò è d'uopo che le circostanze nelle quali queste vengono collocate, sieno incompatibili colla permanenza dello stato di liquidità del corpo solido che esse contengono.

Quando una soluzione di un corpo solido perde per evaporazione

spontanea od artificiale una parte del liquido sciogliente, depone una parte corrispondente del corpo che essa teneva sciolta, e per lo più sotto forma cristallina. Una soluzione acquosa satura di sale marino, lasciata lungo tempo esposta all'aria liberamente circolante, perde lentamente una parte ed anche tutta l'acqua che in essa fa funzione di veicolo, e depone il sale sotto forma di cristalli cubici. Egli è in questo modo che sulle spiaggie del mare l'acqua salsa raccolta in laghi artificialmente disposti si evapora spontaneamente, e fornisce il sale di cui ci serviamo negli usi domestici e nell'economia rurale. Una soluzione acquosa non satura di sale marino sottoposta alla bollizione in vaso aperto perde una parte dell'acqua, si concentra, e quando è giunta al punto della sua saturazione, se si protrae la bollizione, depone cristalli, i quali si formano alla superficie del liquido, quindi si radunano in fondo al vaso in cui si eseguisce l'operazione. Così si adopera nelle saline di Moutiers (Tarantasia), nelle quali le acque salse delle sorgenti di Salins, già concentrate per lenta evaporazione, introdotte in ampie caldaie, vengono evaporate rapidamente per virtù del calore, e forniscono un abbondante sedimento di minuti cristalli di sale marino.

Se trattasi di un corpo cristallizzabile, e più solubile a caldo che a freddo, il miglior modo di ottenerne cristalli consiste nel farne una soluzione satura a caldo, ed abbandonare questo ad un lento raffreddamento. A misura che il liquido perde in temperie, scema la sua facoltà sciogliente, e quel tanto del solido che stava sciolto mercè il concorso del calore, si depone in seno ad esso sotto forme geometriche e cristalline. Così facciasi una soluzione satura di nitro nell'acqua bollente, e rimossa dal fuoco si porti in luogo dove la temperatura ambiente sia per cagion d'esempio di +15 gradi; dopo non lungo tempo si scorgeranno formarsi in seno ad essa alcuni cristallini prismatici, i quali più o meno rapidamente cresceranno di volume e si moltiplicheranno, finchè una gran parte del sale abbia ripresa la solidità, rimanendo nell'acqua che avvolge i cristalli sciolta ancora una piccola frazione del sale impiegato. Egli è col raffreddamento di soluzioni sature che ottengonsi nelle fabbriche di prodotti chimici il vetriolo verde, il vetriolo azzurro, il solfato di magnesia ecc.

Abbiam detto che l'evaporazione determina la cristallizzazione; essa infatti scaccia una parte del veicolo, e rompe il rapporto tra la quantità di questo e la quantità del corpo sciolto. Un simile effetto ottiensi aggiungendo alla soluzione un liquido, che avidamente si impadronisca del veicolo, ed in cui il corpo solido che

questo contiene sia insolubile. Se ad una soluzione di nitro o di solfato di rame si aggiunga alcool (che è avidissimo dell'acqua) osserverassi che, laddove l'alcool tocca la soluzione, formansi cristallini, i quali, dapprima minuti, ingrossano quindi, e si precipitano in fondo del liquido. Una soluzione concentrata di solfato di rame ammoniacale (sale impiegato nell'arte tintoria) si intorbida per l'addizione di conveniente quantità d'alcool, e fornisce un abbondante sedimento di cristalli elegantemente azzurri. Perchè il fenomeno riesca in modo soddisfacente giova servirsi di soluzioni saline concentrate, e versarvi sopra l'alcool rettificato in modo lento, sicchè giungendo sulla soluzione non vi si mesca tosto, ma vi formi uno strato alquanto alto: egli è nel punto di contatto dei due liquidi che formansi i cristalli, i quali dapprima leggieri vi si mantengono sospesi, finchè ingrossati si depongono in fondo al vaso.

La cristallizzazione si manifesta spesso nei corpi solidi, quando dopo averne ottenuta la fusione per virtù del calore si abbandonano al raffreddamento. Scaldisi solfo in una capsula di terra o porcellana finchè esso sia liquido come l'acqua, quindi tolta la capsula dal fuoco si abbandoni al raffreddamento: dopo qualche tempo si scorgeranno apparire sulle pareti della capsula alcuni punti solidi, nei quali già si rinviene una forma regolare cristallina, e che a poco a poco estendendosi in seno allo solfo ancor fuso vi formeranno una folla di cristalli prismatici, i quali si potranno facilmente mettere allo scoperto decantando rapidamente quanto rimane di solfo ancor liquido.

Per simil guisa si possono ottenere cristallizzati alcuni tra i metalli. Pongasi bismuto entro un crogiuolo di terra e vi si strugga per forza del calore: quando la liquidità sia perfetta si tolga il crogiuolo e si sottoponga a lento raffreddamento: dopo un certo lasso di tempo si sarà formato sul metallo liquido una sottile crosta solida: si rompa questa con una punta di ferro, e si decanti rapidamente quanto v'ha di metallo ancor liquido, e scorgerassi la superficie interna del crogiuolo tappezzata da una congerie di eleganti cristalli di forma cubica. L'antimonio, lo zinco, lo stagno, fusi ed abbandonati al raffreddamento, rappigliansi in una massa solida, che è un intreccio d'un numero infinito di cristalli confusi.

Finalmente quando un corpo si sublima, bene spesso prende una forma cristallina. La canfora, l'arsenico e molti altri corpi danno esempio di cristallizzazione ottenuta per via della sublimazione.

§ 24. — In qualunque modo ottengansi i cristalli, la regolarità e la grossezza loro è sempre in ragione della lentezza con cui essi si formano. Una soluzione di sale marino satura abbandonata a lento svaporarsi formerà cristalli assai voluminosi; svaporata rapidamente darà un pulviscolo in cui l'occhio non potrà sempre senza il soccorso d'una lente scorgere la forma cristallina. Una soluzione satura e bollente di nitro, abbandonata a lento raffreddamento fornisce cristalli che talvolta hanno più d'un centimetro di lato, e la lunghezza maggiore di un decimetro; se invece raffreddiamo rapidamente la stessa soluzione circondando per cagion d'esempio il vaso che la contiene con ghiaccio, non otterremo che una polvere cristallina.

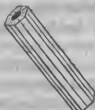
Il riposo delle soluzioni rallenta la formazione dei cristalli, ma ne favorisce la bellezza; l'agitazione per l'incontro rende più rapida la cristallizzazione, ma la determina confusa. Un misto di soluzione di solfato di allumina e di solfato di potassa, quando trovasi in riposo, non depone cristalli che entro il corso di più ore, talvolta di più giorni, ma voluminosi e di forme ben precise; se con un bastoncino di vetro si agita il medesimo miscuglio, in pochi momenti si otterrà la cristallizzazione, minutissima però e sotto forma polverosa. Una soluzione di solfato di soda fatta a caldo e concentratissima se abbandonasi a riposo assoluto, e lento raffreddamento, talvolta non cristallizza menomamente, ma appena essa viene scossa da un urto meccanico rapidamente, si solidifica convertendosi in un ammasso confuso di cristalli.

I cristalli che formansi in seno ad una soluzione depongonsi con una certa predilezione sulla superficie dei corpi solidi, aspri ed irregolari, che o per caso od a disegno vi sono immersi. Il fabbricante di prodotti chimici introducendo o funicelle, o rami secchi, o fili metallici disposti in forme simmetriche e regolari entro le soluzioni concentrate di solfato di ferro, o di rame, di prussiato, di potassa ecc. ottiene eleganti cristallizzazioni, che rendono più pregiati questi prodotti.

Ci giova ora stabilire il significato di alcune parole delle quali ci tocca spesso far uso parlando di corpi cristallizzati.

L'acqua in seno a cui si formano i cristalli dicesi *acqua madre*. Sonovi corpi i quali cristallizzando in seno all'acqua ne prendono in combinazione una determinata quantità, la quale dicesi *acqua di cristallizzazione*: il solfato di ferro, il solfato di soda, l'allume e moltissimi altri trovansi in questo caso. Alcuni corpi contenenti

acqua di cristallizzazione la perdono se lasciati in contatto dell'aria libera; essi allora perdono la loro diafaneità, e si convertono in una sostanza polverosa: codesti corpi diconsi *fiorescenti*; tale è il solfato di soda. Sonovi corpi i quali cristallizzando ritengono meccanicamente nella loro massa una quantità variabile d'acqua madre: questa non è in istato di combinazione chimica, ma è semplicemente infrapposta fra le particelle o gli strati di cui si compongono i cristalli, e dicesi *acqua d'interposizione*. Possiamo citare per esempio il nitro: i suoi cristalli i quali rappresentano un prisma esagonale (*fig.* 32), se alquanto voluminosi, hanno nella loro parte centrale un vano o canaletto esagonale in cui ritiensi una certa quantità dell'acqua madre, la quale non si manifesta che quando il sale viene ad essere frantumato. A cagione dell'acqua d'interposizione i cristalli di sale marino presentano il fenomeno di rompersi con scoppiettio quando essi vengono fortemente riscaldati, fenomeno che dicesi *decrepitazione*.


fig. 32

La forma dei cristalli, se dall'un lato è sorprendente per la sua eleganza e per la regolarità geometrica che la distingue, dall'altro lato è di gran peso nello studio dei corpi, inquantocchè essa ha una stretta relazione colla loro costituzione molecolare. Una parte interessantissima della scienza naturale è la *cristallografia*, la quale appunto investiga le leggi alle quali si assoggettano le forme cristalline dei corpi, e le relazioni geometriche che le collegano le une alle altre. Noi, tuttocchè riconosciamo l'importanza di questa scienza coadiutrice della chimica, non ne facciamo tuttavia alcuna parola, credendo troppo rimota la sua utilità pel chimico manufattore, e rimandiamo il lettore che avesse vaghezza di apprenderla, ai trattati che la espongono di proposito. Diremo solo che le infinite varietà di forme geometriche che i cristalli presentano si riconobbero derivate da un numero determinato di forme fondamentali che chiamaronsi forme *primitive*; che tutte quelle forme le quali si possono per via di trasformazioni ricondurre ad una delle forme primitive, e da essa derivano, formano un *sistema*; che quei corpi i quali, benchè di composizione diversa, prendono però cristallizzando le stesse forme appartenenti ad un solo e medesimo sistema chiamansi *isomorfi*; che diconsi *eteromorfi* quelli che cristallizzano in forme riferibili a sistemi diversi; che talvolta un corpo, sempre con-

servandosi identico a se stesso, cristallizza in forme appartenenti a varii sistemi, e che corpi siffatti diconsi *dimorfi*; finalmente che un buon numero di sostanze sono incapaci di prendere forma cristallina, e queste diconsi *amorfe*.

§ **25**.—Come la cristallizzazione possa servire alla separazione dei corpi facilmente si comprende. Suppongasi per cagion d'esempio che abbiasi un misto di nitro e di sale marino. Il primo più solubile a caldo che a freddo, il secondo quasi egualmente a caldo che a freddo: per separarli l'uno dall'altro si procederà così: si scioglierà il miscuglio in quantità sufficiente d'acqua alla temperatura ordinaria, quindi si sottoporrà la soluzione all' evaporazione per mezzo del calore: il disperdimento dell'acqua non cagionerà separazione del nitro, la cui solubilità è maggiore a caldo che a freddo; bensì sepa-rerassi il sale marino, al cui riguardo l'azione del calore non ha altro effetto che la sottrazione di quel tanto d'acqua che si svapora: si farà perciò un sedimento di sale marino: quando così si ebbe già portata la soluzione ad un certo grado di concentramento e di purezza, si versa entro un vaso refrigeratore e vi si lascia a raffreddare; ben tosto compajono cristalli di nitro, i quali ingrossano e si moltiplicano; il residuo sale marino che non erasi precipitato durante la concentrazione del liquido, rimane nell'acqua madre, poichè il raffreddamento non cangia le sue condizioni di solubilità. Giova in questo caso avvertire alla forma *canalicolata* dei cristalli di nitro, ed impedire che essi prendano gran volume, agitando frequentemente la soluzione mentre raffreddandosi depone cristalli.

Da una soluzione di nitro e di carbonato di potassa facilmente si separa il primo concentrando la soluzione e lasciandola cristallizzare per raffreddamento. I cristalli che si depongono, massimamente se si agita il liquido durante la loro formazione, sono di nitrato di potassa; l'acqua madre ritiene il carbonato.

Questi modi di separazione trovano nell'esercizio delle arti chimiche frequentissime applicazioni.

§ **26**. —Allorquando vuolsi risolvere un composto nei suoi componenti, il chimico ha mestieri di vincere in qualche modo il vincolo che lega questi ultimi tra di loro.

A tale scopo talvolta basta ricorrere a quelle potenze modificatrici dell'affinità, le quali opportunamente chiamate in soccorso possono, secondo il voto del chimico, ora determinare combinazioni, ora cagionare la separazione dei componenti. Coll'azione del calore noi

possiamo per cagione d'esempio scacciare l'ossigeno dal mercurio precipitato rosso, ed ottenerne il mercurio allo stato metallico: calcinando fortemente il carbonato di calce o marmo, ne scacciamo l'acido carbonico, e lo convertiamo in calce caustica (calce viva), operazione di analisi che ogni dì si pratica da coloro che cuociono la calce destinata alla costruzione.

L'elettricità opportunamente applicata (elettricità Galvanica) disgiunge l'idrogeno dall'ossigeno nell'acqua, il cloro dal potassio nel cloruro di questo metallo ecc.

Egli è però vero di dire che il mezzo di cui il chimico più frequentemente si vale per rompere le affinità è la forza stessa dell'affinità. A questo proposito giova rammentare ciò che fu detto fin da principio di queste lezioni, che cioè la forza d'affinità non si spiega con la stessa energia tra tutti i corpi della natura, per modo che i vincoli che legano i componenti di un corpo tra di loro, possono venir sciolti quando entri in campo un nuovo corpo, che possegga per uno dei componenti un'affinità che superi quella la quale lega il medesimo componente al suo compagno.

Ad una soluzione di solfato di protossido di ferro (vetriolo verde) aggiungiamo potassa: noi poniamo in conflitto due forze, l'affinità che è tra l'ossido di ferro e l'acido solforico, e quella della potassa per lo stesso acido. Questa seconda affinità, più forte della prima, la vince, talchè si ha per effetto l'isolamento dell'ossido di ferro, e la formazione di un nuovo composto, il solfato di potassa. Possiamo rappresentarci la cosa col mezzo di numeri che esprimano la forza con cui l'acido solforico tende a combinarsi con l'ossido di ferro e con la potassa.

Acido solforico....5....ossido di ferro
:
7
:
Potassa

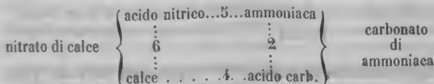
Egli è chiaro che la potassa dovrà impadronirsi dell'acido, e che l'ossido di ferro dovrà rimanersi isolato.

La stessa cosa avviene quando in una soluzione di solfato di potassa versiamo acqua di barita: l'affinità di quest'ultima per l'acido solforico supera quella della potassa per lo stesso acido: così che si ottiene un nuovo composto, solfato di barita, il quale si separa come insolubile nell'acqua, mentre questa ritiene sciolta la potassa allo

stato di isolamento. L'affinità che in tali casi produce la decomposizione dicesi *affinità elettiva semplice*.

Talvolta l'affinità di due corpi già combinati non potrebbe essere vinta dall' affinità che un terzo corpo possiede per l'un d'essi, ma cede alla contemporanea azione di un quarto, il quale viene a concorrere colla sua affinità per l'altro componente. Così l'ammoniaca non decompone il nitrato di calce; la sua affinità per l'acido nitrico è minore di quella che per lo stesso acido possiede la calce: ma se in presenza del nitrato di calce e dell'ammoniaca trovisi l'acido carbonico, allora l'affinità di quest'acido per la calce si aggiunge a quella dell'ammoniaca per l'acido nitrico, talchè il nitrato di calce trovasi decomposto. Di più l'affinità dell'acido nitrico per l'ammoniaca e quella dell'acido carbonico per la calce insieme congiunte superano non solo quella della calce per l'acido nitrico, ma quella altresì ad essa congiunta dell'acido carbonico per l'ammoniaca, così che se si versa una soluzione del carbonato di ammoniaca in una soluzione di nitrato di calce, si ottiene la doppia decomposizione dei composti accennati e la formazione dei due nuovi composti, il nitrato d'ammoniaca ed il carbonato di calce. Questi fatti di doppia decomposizione debbono dunque attribuirsi ad un'azione complicata di molte affinità, alla quale si diede il nome complessivo di *affinità elettiva doppia*.

Possiamo qui pure esprimere con numeri le forze di affinità onde i due composti primitivi si disfanno e si producono i nuovi. Suppongasi che nel nitrato di calce la forza che unisce l'acido nitrico alla calce sia eguale a 6, e che quella che unisce nel carbonato d'ammoniaca l'acido carbonico all'ammoniaca sia eguale a 2: che l'ammoniaca abbia per l'acido nitrico un'affinità eguale a 5, e la calce abbia un'affinità per l'acido carbonico eguale a 4. Si potrà esprimere la reciproca decomposizione dei due composti colla seguente forma:



in cui si scorge che l'ammoniaca di per sè non potrebbe decomporre il nitrato di calce, che ne anche il potrebbe l'acido carbonico solo; ma che il carbonato d'ammoniaca verrà a produrre la decomposizione, con produzione di nitrato di ammoniaca e di carbonato di calce, poichè la somma delle affinità dell'acido nitrico per l'ammo-

niaca e dell'acido carbonico per la calce (5+4=9), supera la somma delle affinità dell'acido nitrico per la calce e dell'acido carbonico per l'ammoniaca (6+2=8) (1).

Talvolta un corpo A non è capace di determinare la decomposizione di un composto BC con cui venga a contatto, ma la determina quando sopravvenga un terzo corpo D, il quale abbia affinità pel composto possibile tra A e B od A e C. Quando questo caso si presenta dicesi che la decomposizione si produce in virtù dell' *affinità predisponente*. La presenza del corpo D predispone il corpo A a decomporre il composto BC. Ne abbiamo un esempio nella decomposizione dell'acqua per mezzo dello zinco e dell'acido solforico. Lo zinco di per sè non decompone l'acqua alla temperatura ordinaria: se all'acqua in cui sta immerso lo zinco si aggiunge un poco d'acido solforico, immediatamente si ha svolgimento d'idrogeno, dissoluzione dello zinco, e formazione di solfato di ossido di zinco. Lo zinco acquista per la presenza dell'acido solforico, che tende a combinarsi col suo ossido, un'affinità per l'ossigeno superiore a quella che lega lo stesso ossigeno all'idrogeno.

Le cose dette ci fanno comprendere in qual modo serva all'analisi l'operazione seguente.

§ 27. **Precipitazione.** Quando le accennate operazioni di decomposizione si eseguiscono in seno d'un liquido, per lo più ottiensi per risultamento, che uno dei corpi che si separano, perchè insolubile e più denso del liquido stesso, si aduna in fondo del vaso e vi forma una posatura. Questo fatto chiamasi *precipitazione*.

Così quando ad una soluzione di nitrato di barita aggiungasi acido solforico, si otterrà un corpo insolubile, il solfato di barita, che cadrà in fondo del vaso e vi formerà un sedimento.

Quando in una soluzione di solfato di sesquiossido di ferro versiamo una soluzione di potassa, questa si impadronisce dell'acido solforico del solfato di sesquiossido di ferro, e vi si combina formando solfato di potassa, mentre il sesquiossido di ferro isolato si precipita.

La precipitazione è operazione frequentissima nelle arti, come nella fabbricazione dei prodotti chimici. L'arte tintoria non è quasi

(1) Preghiamo gli alunni che leggono questa pagina di ricordarsi di quanto abbiamo detto intorno all'impossibilità di misurare la forza dell'affinità, e determinarne l'intensità; e di condonarci questo modo di rappresentare con numeri le varie affinità che si trovano in conflitto nell'accennata reazione, modo di cui non ci siamo valsi che per dare un'idea più concreta di un fatto che con sole parole forse non sarebbesi potuto rendere bastevolmente palpabile.

altro che il modo di fissare sui tessuti materie coloranti per via di precipitazione. La maggior parte dei colori minerali e vegetali, dei quali si serve la pittura, non sono che materie colorate precipitate per via di chimiche reazioni.

In ogni precipitazione v'ha un corpo che si precipita, il quale dicesi il *precipitato*, ed uno che determina la sua precipitazione, e dicesi il *precipitante*. I precipitati presentano caratteri i quali hanno stretto legame colla loro natura, e con quella dei corpi che li generarono: alcuni si presentano come un polviscolo sottilissimo e diconsi *polverosi*, altri si manifestano sotto forma di piccoli grani e diconsi *granosi*, altri hanno l'aspetto di fiocchi leggeri nuotanti nel liquido e diconsi *fioccosi*; talvolta i precipitati si separano trasparenti, e danno al liquido in cui si depongono l'aspetto d'una gelatina tremula, e diconsi *gelatinosi*: v'hanno precipitati i quali prendono l'aspetto del latte coagulato di recente, e diconsi *caseosi* ecc. Ciò quanto alla forma. I loro colori variano altresì moltissimo a seconda dei corpi precipitati o precipitanti: il chimico deve sapere distinguere gli uni dagli altri. Così la precipitazione diviene un potente mezzo di ricognizione della natura dei corpi che egli sottopone alle sue indagini.

Il nome *precipitazione* si applica pure al caso in cui il corpo reso insolubile in seno ad un liquido sia più di questo leggiero, e venga a raccogliersi e galleggiare alla sua parte superiore. Così diremo anche *precipitazione* la separazione dell'acido oleico che si ottiene quando all'oleato di soda (sapone d'acido oleico) sciolto nell'acqua si aggiunga acido solforico.

Talvolta il corpo reso insolubile nel liquido è gasoso, e nello sprigionarsi sotto forma di gallozzole che attraversano la massa liquida e vanno a rompersi alla sua superficie, gli imprime un tal movimento che s'assomiglia alla bollizione. Questo fatto si chiama *effervescenza*. Così se ad una soluzione di carbonato di potassa si aggiunga acido solforico questo si approprierà la potassa, e formerà solfato di potassa, e l'acido carbonico si troverà isolato, e si sprigionerà tumultuosamente dalla soluzione facendola spumeggiante.

§ **28.**—Poichè l'azione del calore è capace di dare la liquidità ai corpi solidi, non sarà meraviglia se sotto l'influenza di questo agente ottengansi decomposizioni per semplice o doppia affinità come si ottengono in seno ai liquidi scioglienti: così se pongo in un crogiuolo d'argento silicato di ossido di cobalto (o smaltino) in polvere, e potassa in quantità sufficiente, e scaldo il crogiuolo a roventezza,

ottengo fusione del miscuglio, combinazione della silice con la potassa, e nella massa fusa avrò un polviscolo nero che sarà ossido di cobalto, che si *precipitò* in seno alla massa mentre era tuttora liquida per virtù del calore.

Prendasi carbonato di potassa, e si faccia arroventare misto con silice in polvere in un crogiuolo di platino; si otterrà la combinazione della potasaa colla silice (silicato di potassa), la formazione cioè di un vetro, la quale sarà accompagnata da sprigionamento di un gas, l'acido carbonico, che farà rigonfiare e talvolta traboccare oltre agli orli del crogiuolo la massa fusa, presentando così il fenomeno dell'*effervescenza*.

§ 29. **Analisi.** Da quanto fu detto finora intorno ai vari procedimenti di analisi dei composti chimici risulta che questa talvolta può ottenersi col solo impiego del calore, e chiamasi allora analisi *per via secca*; tal altra si eseguisce col mezzo degli scioglienti ed in seno a questi col mezzo delle precipitazioni, delle semplici e doppie affinità, e dicesi allora analisi *per via umida*, e finalmente, questo è il caso più frequente, essa richiede e l'azione del calore, e l'impiego dei sciolglienti ecc. ed allora dicesi *analisi mista*.

Nell'analisi talvolta si ottengono i componenti del corpo analizzato allo stato d'isolamento, e questi allora diconsi *edotti*. Talvolta quei componenti stessi si ottengono vincolati in altre combinazioni, ed in questo caso diconsi *prodotti*. Scaldiamo a conveniente temperatura l'ossido rosso di mercurio; avremo separazione del mercurio e dell'ossigeno allo stato d'isolamento: ambidue si diranno *edotti*. Versiamo acqua di barita nella soluzione di solfato di potassa, otterremo un precipitato di solfato di barita, questo sarà un *prodotto*, nel liquido rimarrà la potassa sciolta, essa sarà un *edotto*. Versiamo in una soluzione di solfato di potassa una soluzione di nitrato di barita, otterremo un precipitato di solfato di barita, e nel liquido avremo nitrato di potassa; ambidue questi composti chiamansi *prodotti*, perchè non esistenti ancora nei corpi reagenti, e generati nell'atto della doppia decomposizione.

L'analisi suolsi dividere in *qualitativa* e *quantitativa*. La prima si accontenta di riconoscere in un corpo composto la natura dei componenti, quali cioè sieno i corpi che vi si contegono; la seconda si propone di determinare i rapporti di quantità tra i corpi riconosciuti esistenti nel composto. La prima si contenta di produrre nel corpo da analizzarsi quelle *apparenze* o *fenomeni* i quali disvelano la presenza dei suoi componenti: la seconda isola questi

allo stato di *edotti* o di *prodotti*, e ne determina il peso col mezzo della bilancia. Per virtù del calore io decompongo l'ossido rosso di mercurio in un tubo, riconosco che il gas che se ne sprigiona è ossigeno; che il metallo che mi rimane per residuo è mercurio; questa è *analisi qualitativa*. Ma se presa una quantità determinata di ossido rosso di mercurio la decompongo per modo da misurare esattamente l'ossigeno e determinarne il peso, e raccogliere tutto il mercurio e pesarlo, affine di riconoscere quanto dell'uno e quanto dell'altro di questi componenti contenga l'ossido accennato, io eseguisco un' *analisi quantitativa*.

Ognun vede che la prima debb' essere il vestibolo per cui si giunge alla seconda; che questa debbe sempre essere preceduta dall'altra, e che finalmente egli è all'analisi quantitativa che debbonsi attribuire i rapidissimi progressi che fece in questi ultimi anni la chimica, la quale, cresciuta in dignità ed in valore, prese il posto che le conveniva nel novero delle scienze naturali, ed il meraviglioso incedere delle arti chimiche, ed i miglioramenti introdotti nell'industria per cui queste feconde divennero di sorprendenti ed utilissimi ritrovamenti.

§ **30. Sintesi.** Sovente il chimico, affine di confermare i risultamenti dell' analisi, ricostituisce artificialmente il corpo analizzato determinando ad arte la combinazione de'suoi componenti.

Si prenda polvere di marmo e si scaldi in una storta di porcellana per decomporla; l'acido carbonico, corpo gasoso si sprigionerà e si potrà raccogliere in apparecchio opportuno; la calce *caustica* o *viva* rimarrà nel fondo della storta. Questa sarà un' *analisi*. Si prenda quella stessa calce ottenuta nella precedente operazione, si sciolga nell' acqua, e si faccia giungere sovr' essa una corrente d' acido carbonico, si otterrà immediatamente un intorbidamento, e poco appresso un abbondante precipitato di carbonato di calce, il quale avrà la stessa composizione e gli stessi caratteri che appartenevano al carbonato decomposto. Questa sarà la *sintesi* del carbonato di calce.

Sarebbe ottima cosa per la certezza dei risultamenti chimici che la sintesi potesse sempre venire a confermare l'analisi: ma vi sono alcuni composti i quali possono bensì decomporsi, ma ricomporsi non mai. Così noi possiamo riconoscere quali sieno i componenti dell' amido, e determinare altresì quali sieno i loro reciproci rapporti in peso; ma non potremo giammai col mezzo dei suoi componenti, carbonio, idrogeno ed ossigeno, ricostituire neanche una benchè minima particella d'amido.

NOMENCLATURA CHIMICA.

§ 31. — La nomenclatura chimica è il linguaggio di cui ci serviamo affine d'indicare e distinguere, discorrendo e scrivendo, quei corpi sui quali dobbiamo dirigere i nostri studii.

Il numero dei corpi, tanto naturali quanto prodotti dall'arte, è tanto grande, che se ciascun d'essi venisse insignito d'un nome proprio ed arbitrariamente immaginato, la mente dell'uomo durerebbe fatica a ritenerli tutti presenti. Una nomenclatura fondata su caratteri empirici, buona, perchè la sola possibile, nell'infanzia della scienza, ora sarebbe impossibile, o per dir meglio non risponderebbe ai bisogni della scienza medesima, fatta adulta, anzi ingigantita per l'immensa congerie dei corpi conosciuti.

Ma l'indicare e distinguere i corpi diversi non è più che una lieve difficoltà quando per tal fine si prenda per base la loro composizione, ed i loro nomi sì fattamente si costruiscano che, al pronunciarli, l'idea tosto si risvegli nella nostra mente dell'oggetto indicato e dei suoi componenti; quando nella nomenclatura si comprendano con nomi generici quei corpi che per molti punti si ravvicinano, e con nomi specifici a ciascuno attribuiti si esprima in qual cosa essi differiscono; quando in somma la nomenclatura esprima coi suoi vocaboli una ragionata classificazione.

Varii sono i sistemi di nomenclatura che vennero in diversi tempi proposti; l'esporli, ed il discuterne i pregi ed i difetti, sarebbe cosa affatto fuori del nostro ufficio: quindi senza più diremo, che dopo maturo riflesso ci parve opportuno di attenerci a quella che generalmente è abbracciata dai chimici francesi, la quale, benchè per molti lati ancor difettosa, serve tuttavia per ora assai bene ai bisogni del chimico, ed ha inoltre il vantaggio di porre in armonia questo manuale colle opere di scienza applicata all'industria che più generalmente sono conosciute e diffuse presso di noi. Essa inoltre ci ricorda una nostra gloria, il celebre savoiardo Berthollet, il quale nel concorrere a stabilire l'edifizio di questo linguaggio chimico, associò la sua fama a quella de'celebri suoi colleghi Lavoisier, Guitton-de-Morveau e Fourcroy.

§ 32. **Nomi dei corpi semplici.** Gli elementi della nomenclatura chimica sono i nomi dei corpi semplici. Di questi alcuni, conosciuti da remota antichità, conservano que'nomi che loro imposero i nostri padri:

tali sono il ferro, il rame, l'oro, ecc. Ma a misura che l'eredità lasciataci dai primi indagatori della natura, s'accrebbe di nuove ricchezze, e nuovi corpi semplici si rinvennero, fu d'uopo cercar nuovi nomi, e questi dagli scopritori si trassero per lo più da qualche qualità più appariscente di que' nuovi materiali, o da circostanze particolari del loro scoprimento. Così il Bromo si nomò dal grave odore di che è dotato; il Jodio così venne detto perchè sotto l'azione del calore si spande in vapori violacei; il Cloro prese il suo nome dal colore giallo verde che lo distingue; il Fosforo dal suo luccicare nelle tenebre ecc.; e più tardi il Didimio così venne detto perchè trovossi come gemello ad un altro, che venne chiamato il Lantanio, per la sola ragione che lungo tempo si nascose alle indagini dei chimici ecc.

Qualunque sia l'origine dei nomi che indicano i corpi semplici, ci sarà d'uopo tenerli perchè sanciti dall'uso, e perchè d'altronde essi sono sempre atti a costruire comodamente nomi composti, purchè non suonino troppo duri all'orecchio, e non sieno di troppo lunga e difficile pronunciazione.

§ **33. Nomenclatura dei composti binarii.** I corpi semplici combinandosi tra di loro a due a due producono i composti binarii. Il nome di questi deve richiamare alla mente quali ne sieno i componenti. Per render chiaro come si costruiscano cotesti nomi è d'uopo tocchiamo, benchè di volo, un fatto fondamentale che collega la scienza chimica colla fisica.

Abbiamo di già parlato della elettricità come causa modificatrice delle affinità chimiche. Ora tra i fatti fisico-chimici i più curiosi, ed insieme i più capitali, questo v'ha che allorquando un corpo composto da due elementi si sottopone all'influenza di una corrente elettrica mossa da un elettromotore (pila), esso si decompone per modo che uno de'suoi componenti venga a portarsi là dove fluisce l'elettricità positiva, e l'altro si porti colà dove giunge l'elettricità negativa. Ci servirà a provare questa verità l'esempio seguente. In un bicchiere pieno d'acqua (*fig.* 32) si immettono due conduttori o fili metallici i quali non giungono a toccarsi, ma a poca distanza l'uno dall'altro si ricurvano in su ad angolo retto. Su ciascun d'essi è capovolta una campanella di vetro ripiena d'acqua: l'apparec-

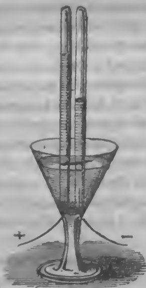


fig. 33

chio essendo così disposto si fanno comunicare i due fili conduttori coi due poli d'una pila od elettromotore (1). Non appena è chiuso il circuito la decomposizione dell'acqua si manifesta, sicchè nella campanella corrispondente al polo—, o negativo, si porta l'idrogeno, e nell'altra che corrisponde al polo+, o positivo, si porta l'ossigeno. Ora poichè sappiamo che le elettricità diverse si attraggono e le identiche si respingono, siamo naturalmente guidati ad ammettere che l'idrogeno attratto al polo negativo possiede una elettricità positiva, e per l'incontro l'ossigeno che viene ad accumularsi la dove fluisce l' elettricità positiva è dotato di elettricità negativa. Conchiudiamo da ciò che nell'acqua, composto binario di ossigeno e d'idrogeno, il primo fa le parti di componente *elettronegativo*, il secondo di componente *elettropositivo*.

Senza moltiplicare di sì fatti esempi di decomposizioni operate dalla elettricità diremo che in tutti i composti chimici risultanti da due componenti, uno è sempre elettro negativo per rispetto al suo compagno che fa le parti di corpo elettropositivo.

Affine di esporre sommariamente la nomenclatura chimica comincieremo da quella che riflette i composti binarii, e fra questi sceglieremo i composti che risultano dalla combinazione dell'ossigeno con gli altri corpi semplici, essendo che tali composti furono i primi ad essere conosciuti, e la loro nomenclatura servì di base a quella dei non ossigenati.

§ 34. **Nomenclatura dei composti ossigenati.** Quando due composti binarii ossigenati diversi sono capaci di contrarre combinazione, quello dei due che fa le parti di corpo elettro-negativo chiamasi *acido*, l'altro chiamasi *base*. Il composto prende il nome di un *sale*.

L'*acido solforico* è un composto di solfo ed ossigeno.

La *potassa* è un composto di potassio ed ossigeno.

I due composti combinandosi tra loro formano il solfato di potassa che è un *sale*: se questo si sottopone all'azione della pila l'acido si porta al polo positivo, la potassa al negativo.

Tra gli acidi ve ne sono molti i quali sono solubili e questi, hanno alcune proprietà che li fanno facilmente distinguere; essi possiedono

(1) Nelle lezioni sperimentali ci siamo ingegnati di dare agli alunni un'idea bastevolmente chiara dei modi nei quali si manifesta tanto l'elettricità statica, quanto la dinamica. Preghiamo il lettore che non avesse le nozioni elementari di fisica che si riferiscono all'elettricità, di consultare su questo particolare i trattati di fisica sperimentale dei quali v'ha dovizia.

un sapore acido analogo a quello del limone e dell' aceto, ed inoltre la potenza di modificare la tintura del tornasole colorandola in rosso; la *fig.* 34 rappresenta il colore naturale del tornasole; la *fig.* 35 mostra lo stesso colore arrossato dagli acidi. Annoveriamo

Tintura di Tornasole



fig. 34

Tintura di Tornasole arrossata da un acido



fig. 35

tra i corpi acidi l'olio di vitriolo, l'acido nitrico od acqua forte ecc.

Tra le basi ve ne hanno alcune le quali sono solubili; esse hanno un sapore acre e pungente analogo a quello d'un liscivio di ceneri, colorano in verde la tintura di viole, *fig.* 36 e 37, in rosso bruno la tintura di curcuma, fig. 38 e 39, e chiamansi con nome complessivo *alcali*.

Colore delle viole



fig. 36

Colore delle viole inverdito da un alcali



fig. 37

Tali sono la potassa (potassio ed ossigeno), la calce (calcio ed ossigeno) ecc.

Tintura di Curcuma



fig. 38

Tintura di Curcuma arrossata dagli alcali



fig. 39

Vi sono composti formati dall'ossigeno che non sono nè *acidi* nè *basi*, e questi si indicano col nome di *ossidi neutri*, od *ossidi indifferenti*. Tali sono l'ossido di fosforo, gli ossidi dell'azoto. Le basi ossigenate chiamansi pure ossidi basici, di guisa che la parola ossido comprende tanto que'composti che sono capaci di combinarsi con gli acidi e formare sali, quanto quelli che sono privi di questa facoltà (1).

Il corpo che combinato con l'ossigeno vi fa le parti di corpo elettropositivo, chiamasi il *radicale* dell'*acido* o dell'*ossido*.

Le parole *acido* ed *ossido* indicano che il corpo è composto d'ossigeno e d'un radicale : per specificare quale è questo radicale si fa seguire alle due precedenti parole il nome del corpo elettro positivo. Così se è il solfo radicale dell'acido, questo chiamerassi *acido solforico*, se è l'arsenico dirassi acido *arsenico* ecc.; per gli ossidi usasi frap-

(1) Le materie coloranti accennate si adoprano spesso in forma di soluzioni, alle quali si aggiunge alcun poco della sostanza da esplorarsi, osservando i cangiamenti di tinta che ne vengono cagionati. Più comodo riesce l'uso delle *carte reagenti*, le quali si preparano imbevendo carta senza colla con soluzione non molto carica delle suddette materie coloranti, ponendola a seccare in luogo lontano dai raggi diretti del sole e dalle esalazioni acide od alcaline, tagliandola quindi in sottili fettucce, e serbandola all'uopo. Immergendo un sottil lembo d'una di tali fettucce entro un liquido, ed osservando qual mutazione di tinta presenti la parte immersa si giudica dell'acidità o dell'alcalinità del liquido esplorato. Alcune materie coloranti, quali sono quelle della viola tricolore e della georgina purpurea (*Dahlia*) si arrossano dagli acidi, e si inverdiscono dagli alcali : se ne preparano carte reagenti le quali per questa loro doppia indicazione tornano d'assai comodo uso nei lavori chimici.

porre tra il nome generico, ossido, ed il nome del radicale la particella *di*, così diremo *ossido di potassio*, *ossido di ferro*, *ossido di piombo* ec.

§ 35. **Nomenclatura degli acidi e degli ossidi.** La nomenclatura degli acidi e degli ossidi sarebbe ridotta a grande semplicità se nel combinarsi con l' ossigeno un corpo non formasse che un solo composto. Ma la cosa non procede così: vi sono molti corpi i quali combinandosi con l'ossigeno formano o molti acidi, o molti ossidi, od anche acidi ed ossidi. La diversità di questi composti congeneri nell' essere ossidi od acidi dello stesso radicale, dipende siccome abbiam detto (§ 7) dalle diverse proporzioni dei loro componenti, e la nomenclatura chimica debbe aver modo d'indicare colla costruzione dei nomi dei quali si serve queste essenziali differenze; a tal fine si giunge con l'uso delle *desinenze* e delle *particelle*.

Allorquando un corpo faccia due composti acidi combinandosi con l'ossigeno, il nome di quello che è più ossigenato prende la desinenza in *ico*, e quello dell'acido meno ricco d'ossigeno prende la desinenza in *oso*; queste desinenze si apporranno al nome specifico, a quello cioè che indica il radicale o componente elettropositivo. Così l'arsenico forma combinandosi coll'ossigeno due acidi dei quali uno contiene per 100 di arsenico 53,42 d'ossigeno: l'altro per la stessa quantità di arsenico contiene 32,05 d'ossigeno. Il primo si chiamò acido *arsenico*, il secondo acido *arsenioso*.

Queste due desinenze basterebbero se un corpo semplice non potesse formare, combinandosi con l'ossigeno, che due soli composti acidi. Tale era il caso del solfo in un tempo non molto remoto da noi, in cui ritenevasi che esso non generasse che due acidi, uno formato da 100 di solfo e 150 d'ossigeno, l'altro da 100 di solfo e 100 d' ossigeno, e dei quali il primo chiamossi *acido solforico*, il secondo *acido solforoso*. Ma col moltiplicarsi le ricerche chimiche si riconobbe che altri acidi si formano dal combinarsi del solfo con l'ossigeno; così se ne rinvenne uno che per 100 di solfo non contiene che 50 di ossigeno ed un altro che per 100 di solfo contiene 125 di ossigeno. La serie dei composti acidi del solfo divenne quindi:

1° Acido Solforico	Solfo	100	Ossigeno	150
2°	id.	100	id.	125
3° Acido Solforoso	id.	100	id.	100
4°	id.	100	id.	50

Ad indicare pertanto i due acidi non nominati nella tabella si ammise per base che si apponesse al nome del radicale la particella *ipo* (sotto), e si conservasse per essi la desinenza che lo stesso nome

prende nell'acido che precede ciascuno d'essi nella scala decrescente di ossidazione. Così il 2° si chiamò *Ipo solforico*, il 4° *Ipo solforoso*.

Negli acidi del cloro, dell'iodio, del manganese, dopochè si erano scoperti gli acidi clorico, iodico, manganico, se ne rinvennero di tali che erano più di loro ricchi in ossigeno. Ad indicare questi gradi d'ossidazione superiori a quelli dei composti che già aveano ricevuto la desinenza in *ico* si adoperò e si adopera ancora al presente la particella *per*, che si fa precedere al nome esprimente il radicale, a cui si conserva la terminazione in *ico*: l'acido clorico contiene per 100 di cloro 112,86 d'ossigeno; v'ha un altro acido che per la stessa quantità di cloro contiene 158,01 di ossigeno; a quest'acido si conservò la desinenza dell'altro prima conosciuto, ma affine d'indicare che esso lo supera nella scala di ossidazione si chiamò acido *perclorico*. In egual modo si fecero i nomi degli acidi permanganico, periodico. Colle desinenze adunque in *ico* ed in *oso* e colle particelle *per* ed *ipo* si possono acconciamente distinguere i varii gradi che occupano nella scala d'ossidazione gli acidi che un corpo solo forma, combinandosi in varie proporzioni con l'ossigeno (1).

§ **36.**—Se un corpo combinandosi con l'ossigeno non forma che un ossido solo, questo è abbastanza indicato col nome generico di ossido, a cui si aggiunge il nome del radicale coll'intermezzo della particella *di*; così il fosforo fa un solo ossido, che chiamasi *ossido di fosforo*.

Se molti sono gli ossidi formati da un radicale, la loro nomenclatura deve indicare il grado di ossidazione a cui ognun d'essi appartiene, e ciò si ottiene prendendo per termine di paragone l'ossido meno ricco di ossigeno, e chiamandolo *protossido*, che suona primo ossido, e facendo precedere al nome generico (ossido) degli altri composti le particelle *sesqui*, *bi*, *tri* ecc. le quali indicano che quegli ossidi contengono 1+1/2 o 2, 3 volte tanto di ossigeno quanto ne contiene il protossido, per una quantità costante di radicale.

Così l'azoto combinandosi con l'ossigeno forma (oltre a tre composti acidi) due ossidi, dei quali il primo contiene per 100 di azoto 57,14 di ossigeno, il secondo per la stessa quantità di azoto 100, contiene 114.28 di ossigeno: il primo chiamossi *protossido* di azoto, il secondo *biossido*, per indicare che esso contiene esattamente il doppio di ossigeno del primo.

Tra gli ossidi del ferro ve ne ha uno che per 100 di ferro contiene

(1) Vedremo nel seguito che se questi ripieghi bastarono per un tempo a far nomi composti per tutti i corpi conosciuti, essi divennero dippoi insufficienti, talchè i chimici si trovarono costretti ad invocarne altri, dei quali ora non faremo menzione, per esporre la nomenclatura chimica nella sua massima semplicità.

28,57 di ossigeno, ed un altro che risulta da 100 di ferro e 42,85 di ossigeno, ossia $1 + \frac{1}{2}$ la quantità di ossigeno contenuta nel primo; a quello si dà il nome di protossido di ferro, al secondo si dà il nome di sesquiossido.

Egli accadde per alcuni corpi che, essendosi già dato il nome di protossido ad uno dei suoi composti ossigenati, se ne rinvenne ancora uno meno ricco d'ossigeno, e che perciò avrebbe dovuto prendere il nome di protossido, come principio della serie di ossidazione. Si stimò più conveniente chiamarlo sottossido, conservando i nomi già ammessi per gli altri ossidi a lui superiori in ossigeno. Così avvenne per l'argento e pel piombo. Il primo forma il protossido combinandosi con l'ossigeno nel rapporto di 100 : 7,41 e forma poi un *sottossido* combinandosi con lo stesso ossigeno nel rapporto di 100: 3,75. Il protossido di piombo o litargirio è composto da 100 di piombo e ossigeno 7,75; ma v'ha un ossido di questo stesso metallo che per la stessa quantità di piombo contiene 3,865 di ossigeno e questo si chiamò *sottossido di piombo*.

§ 37. **Nomenclatura dei composti non ossigenati.** Sulla nomenclatura dei composti formati dall'ossigeno si calcò per quanto era possibile la nomenclatura degli altri composti binarii.

Il cloro, il bromo, l' iodio, il solfo, il selenio ecc. sono pur essi capaci di fare composti binarii, dei quali alcuni hanno proprietà acide, altri no. I primi prendono il nome complessivo di *acidi*, i secondi prendono un nome generico derivante dal componente che in essi fa le parti di corpo elettronegativo, al qual nome si dà la desinenza in *uro*.

Così il cloro con l' idrogeno forma il composto che chiamasi *acido cloridrico*; l' iodio forma l'*acido iodidrico* ecc., il solfo col carbonio forma l' *acido solfocarbonico* ecc.

Il cloro col ferro, col mercurio, col rame ecc. forma i *cloruri* di ferro, di mercurio, di rame ecc.; l'iodio forma *ioduri*, il solfo *solfuri*, il bromo *bromuri* ecc.

Egli è da osservarsi che nella nomenclatura degli acidi non ossigenati, al nome generico di acido si fa seguire un nome specifico che comprende i nomi dei due componenti, e che in questo si fa precedere il nome del componente elettronegativo. Così non si dirà acido *carbosolforico*, ma *solfocarbonico*, poichè il solfo è relativamente al carbonio il corpo elettronegativo; non si dirà acido *idroclorico, idrobromico, idrosolforico*, ma sibbene acido *cloridrico*,

bromidrico, *iodidrico* ecc. essendo relativamente all'idrogeno elettronegativi il cloro, il bromo, l'iodio, il solfo ecc.

Poichè molti corpi possono combinarsi con diverse proporzioni di cloro, bromo, iodio, solfo ecc., onde nascono per lo stesso corpo molti cloruri, bromuri, ioduri, solfuri ecc., così ad indicare questi diversi composti adopransi come per gli ossidi le particelle *proto, sesqui, deuto, o bi, sotto* ecc. Il ferro fa col cloro un composto che per 100 di metallo contiene 126,57 di cloro, ed un altro che per la stessa quantità di ferro contiene 189,86 di cloro, ossia la quantità di cloro che è contenuta nel primo moltiplicato per 1+1/2. Quello si chiama *protocloruro di ferro* e questo *sesquicloruro di ferro*.

Il solfo forma col ferro molti composti tra i quali indicheremo i seguenti:

1°	Ferro	100	Solfo	57,14
2°	id.	100	id.	85,71
3°	id.	100	id.	114,28
4°	id.	100	id.	171,42

I tre numeri che esprimono le quantità di solfo sono tra loro nel rapporto di 1 : 1 1/2 : 2 : 3, quindi dei quattro solfuri il primo si chiamò *protosolfuro*, il secondo *sesquisolfuro*, il terzo *bisolfuro* o *deutosolfuro*, il quarto *persolfuro* o *trisolfuro* di ferro.

§ **38. Nomenclatura dei sali.** Allorquando gli acidi si combinano con le basi, risultano composti che con nome complessivo chiamansi *sali*. I nomi di questi composti debbono essere tali che richiamino alla mente l'idea dell'acido e della base; il che si ottiene dando un nome generico derivato dall'acido a tutti i composti che esso forma con le basi, e facendolo seguire da un nome specifico, proprio a ciascun sale, il quale sia il nome della base, unito coll'intermezzo della particella *di*. Pertanto tutti i sali formati dall'acido solforico chiamansi con nome generico *solfati*, quelli tutti che sono formati dall'acido nitrico *nitrati*, quelli formati dall'acido cloridrico *cloridrati* ecc.; e diciamo *solfato di protossido di ferro* il sale che è formato dall'acido solforico combinato col protossido di ferro, *nitrato di sesquiossido di ferro* quel che risulta dalla combinazione dell'acido nitrico col sesquiossido di ferro ecc.

Poichè sonvi acidi il cui nome specifico tratto dal loro elemento elettropositivo termina in *ico*, ed altri nei quali questo nome termina in *oso*, così fu stabilito che il nome generico nei sali fatti dagli acidi che hanno la prima desinenza prendesse la desinenza in *ato*, e ne-

gli altri il cui acido ha la desinenza in *oso* prendesse la terminazione in *ito*.

Così gli acidi *solforico, nitrico, clorico, fosforico, iposolforico*, ecc. faranno sali che si chiameranno *solfati, nitrati, clorati, fosfati, iposolfati* ecc.

Gli acidi *solforoso, nitroso, cloroso, iposolforoso* ecc., faranno sali che si diranno *solfiti, nitriti, cloriti, iposolfiti*.

Egli accade spesso che una base si combini con più proporzioni d'uno stesso acido, talchè ne risultino sali diversi. In tali casi ecco le norme generali che si seguono nella loro nomenclatura.

Chiamansi *sali neutri* (1) quelli che non hanno azione nè sulla tintura di tornasole, nè su quella di curcuma; e chiamansi sali *acidi* o *basici* quelli che contengono maggior proporzione d'acido o di base che i sali neutri; in questi, quando siano solubili, per lo più si osserva manifesta la reazione caratteristica del componente predominante, talchè i sali acidi arrossano la tintura di tornasole, i basici colorano in rosso la tintura di curcuma, o restituiscono il colore azzurro alla tintura di tornasole arrossata dagli acidi.

L'acido solforico forma per cagion d'esempio colla potassa un sale che non ha nissuna reazione nè sul tornasole nè sulla curcuma; questo dicesi solfato neutro di potassa, o semplicemente *solfato di potassa*; esso contiene per 100 di potassa 84,89 di acido solforico. Ma v'ha un altro solfato di potassa che per la stessa quantità di base contiene doppia proporzione d'acido solforico, cioè 169,78 e questo chiamasi *solfato acido di potassa* o meglio *bisolfato di potassa*, esprimendosi dalla particella *bi* che esso ha appunto una proporzione d'acido doppia di quella che si contiene nel solfato neutro. Come la particella *bi* serve ad indicare una doppia proporzione d'acido, così le particelle *sesqui*, *tri* ecc. servirebbero ad indicare che nel sale di cui si tratta la quantità dell'acido è quella del sale neutro corrispondente, moltiplicata per $1+1/2$ per 3 ecc.

Quando un sale contiene una proporzione di base maggiore di quella che è nel sale neutro, prende l'epiteto di *basico*, e dicesi

(1) Dobbiamo avvertire che se a buon diritto diconsi *neutri* quei sali che non hanno sensibile azione sulle tinture di tornasole e di curcuma, ve ne sono altri parecchi i quali od arrossano il tornasole, od imbruniscono la curcuma, e tuttavia chiamansi neutri, e come tali si ritengono dai chimici, perchè le relazioni in peso che serbano in essi l'acido e la base, li assimilano a quelli che sono privi di azione sulle accennate materie coloranti. Questo argomento verrà trattato nuovamente quando si tratterà di proposito dei composti salini.

cesi *bibasico, tribasico, quadribasico* ecc. secondo che contiene 2, 3, 4, ecc. volte la quantità di base del sale neutro.

Così l'ossido di piombo forma con l'acido nitrico tre nitrati nei quali s'incontrano le seguenti composizioni:

1° Acido nitrico	48,40	Ossido di piombo		100
2° « «	48,40.	«	«	200
3° « «	48,40.	«	«	400

Il primo è il *nitrato neutro d'ossido di piombo*, il secondo chiamasi *nitrato bibasico*, il terzo *nitrato quadribasico*.

Chiamansi *sali doppi* quelli che risultano dalla combinazione di due sali. Così l'allume ordinario è un sale doppio risultante dalla combinazione del *solfato di potassa* col *solfato di allumina*. Il tartaro emetico è pur esso un doppio sale formato di *tartrato di potassa* e di *tartrato d'ossido d'antimonio*.

§ **39**.—A compiere l'esposizione della nomenclatura chimica aggiungeremo che le combinazioni dell'acqua sia con gli acidi sia con le basi prendono il nome d'*idrati*; così la calce viva bagnata con acqua si converte in *idrato di calce*; l'olio di vitriolo ordinario è un *idrato d'acido solforico*; che le combinazioni dei metalli tra di loro prendono il nome di *leghe*, ad eccezione delle combinazioni metalliche che contengono mercurio, le quali chiamansi *amalgame*; così quando diciamo *amalgama di stagno* intendiamo il corpo che risulta dall'unione del mercurio con lo stagno.

EQUIVALENTI CHIMICI.

§ **40**.—Chiamansi equivalenti o numeri proporzionali quelli che esprimono in qual rapporto di peso si combinano i corpi, ed in qual rapporto altresì si sostituiscono gli uni agli altri nei composti congeneri.

Questa definizione ha d'uopo d'essere sviluppata e dichiarata.

Abbiasi una serie di protossidi o primi gradi di ossidazione di corpi semplici.

Protossido	d'idrogeno	(acqua)
id.	di potassio	(potassa)
id.	di sodio	(soda)
id.	di ferro	
id.	d'argento	
id.	di piombo	(litargirio)

L'analisi dimostrò che essi sono composti nel modo seguente:

Acqua	idrogeno	11,11
	ossigeno	88,89
		100,00
Potassa	potassio	83,02
	ossigeno	16,98
		100,00
Soda	sodio	74,16
	ossigeno	25,84
		100,00
Protossido di ferro	ferro	77,78
	ossigeno	22,22
		100,00
Protossido d'argento	argento	93,10
	ossigeno	6,90
		100,00
Protossido di piombo	piombo	92,83
	ossigeno	7,17
		100,00

Se si trasformano queste composizioni col mezzo del calcolo in modo che la quantità d'ossigeno sia per tutti eguale a 100, si avranno i numeri seguenti:

Acqua	ossigeno	100	idrogeno	12,5
Potassa	«	100	potassio	489
Soda	«	100	sodio	287
Protos. di ferro	«	100	ferro	350
Protos. d'argento	«	100	argento	1350
Protos. di piombo	«	100	piombo	1294,5

I numeri della seconda colonna che esprimono quanto di ciascun radicale si richiegga per formare un protossido con 100 parti in peso di ossigeno, sono i loro *numeri proporzionali*, od i loro *equivalenti chimici*.

La ragione per cui questi numeri chiamansi gli equivalenti risulta da ciò che fu detto; essi sono diversi in valore numerico, ma esprimono quantità in peso, le quali, malgrado la loro diversità, esercitano la stessa influenza chimica, ed hanno da questo lato la stessa importanza, perocchè saturano tutte la stessa proporzione di ossigeno ossia 100, e formano composti i quali come *protossidi* hanno la medesima importanza chimica nelle combinazioni, e debbono considerarsi come congeneri o membri d'una sola famiglia.

Chiunque consideri questi diversi composti non ha difficoltà a concepire come ognuno d'essi possa considerarsi come un qualunque degli altri suoi compagni in cui siasi fatto un cangiamento di radicale; come per cagion d'esempio l'ossido di potassio si possa considerare come acqua da cui siasi eliminato l'idrogeno ed a cui si sia sostituito il potassio; e se ci facciamo a cercare quanto di potassio si esiga per decomporre una quantità d'acqua che contenga 100 di ossigeno troviamo, che questo effetto si ottiene compiuto quando si impieghino 489 del detto metallo. Nella stessa guisa possiamo ammettere che la stessa quantità d'acqua contenente 100 di ossigeno venga successivamente a decomporsi, sicchè se ne tolga l'idrogeno, ed uno qualunque dei metalli sovra nominato si converta in protossido combinandosi con le 100 parti di ossigeno; e l'esperienza ha dimostrato che ciò non può aver luogo che quando s'impieghino quantità in peso dei metalli accennati le quali sieno rappresentate dai numeri 287 pel sodio, 350 pel ferro, 1350 per l'argento, 1294,5 pel piombo.

Procedendo per queste vie, e per altre consimili delle quali si tace per amore di brevità, si trovarono gli equivalenti di molti altri corpi metallici e non metallici, cioè per l'azoto 175, pel bario 856, pel cadmio 697, pel calcio, 250, pel carbonio 75, pel cobalto 369, pel magnesio 158, pel manganese 345, pel niccolo 369, pel platino 1232, per lo stagno 735 ecc.

Se ora prendiamo nuovamente una quantità d'acqua che contenga 100 di ossigeno, e per ciò 12,5 d'idrogeno, e cerchiamo quanto di cloro, di iodio, di bromo, di solfo, si debbano combinare con la quantità d'idrogeno 12,5 perchè risultino i composti più semplici, od in altre parole i meno ricchi di cloro, bromo, iodio ecc., troveremo i numeri seguenti cioè pel cloro 443, pel iodio 1586, pel bromo

1000, per il solfo 200. Queste quantità diverse dei corpi accennati sono tutte capaci di combinarsi con la stessa quantità d'idrogeno 12,5 e di fare le veci di una stessa quantità di ossigeno 100, formando composti i quali sono congeneri coll'acqua, in quanto che rappresentano le combinazioni della quantità costante d'idrogeno (12,5) con le minori proporzioni possibili di cloro, di bromo, di iodio, di solfo, come l'acqua rappresenta la combinazione dell'idrogeno con la minore possibile quantità d'ossigeno ossia 100. Diremo per ciò che i numeri 100—443—1586—1000—200, sono gli equivalenti dell'ossigeno, del cloro, del iodio, del bromo, del solfo.

Con simili lavori, cercando sempre quali sieno i numeri che rappresentano i pesi dei varii corpi combinantisi in composti corrispondenti per le loro funzioni chimiche con una quantità costante d'un loro componente comune, giunsero i chimici a trovare gli equivalenti di tutti i corpi semplici conosciuti, quale si scorge nella tavola che qui riportiamo, limitata però ai corpi semplici dei quali ci dobbiamo occupare in questo corso di chimica tecnica.

Alluminio	171	Idrogeno	12,5
Antimonio	806,5	Iodio	1586
Argento	1350	Magnesio	158
Arsenico	936	Manganese	345
Azoto	175	Mercurio	1251
Bario	855	Niccolo	369
Bismuto	1330	Oro	1228
Boro	136	Ossigeno	100
Bromo	1000	Platino	1232
Cadmio	697	Piombo	1294,5
Calcio	250	Potassio	489
Carbonio	75	Rame	396
Cloro	443	Silicio	267
Cobalto	369	Sodio	287
Cromo	328	Solfo	200
Ferro	350	Stagno	735
Fluorio	240	Stronzio	548
Fosforo	400	Zinco	406,5

§ **38**.—Dal modo con cui vennero ottenuti questi numeri si argomenta che con essi e coi loro multipli potremo esprimere la composizione di tutti i composti binarii, anche nel caso in cui due corpi semplici siano capaci di combinarsi in più proporzioni tra di loro.

Prendansi ad esempio l'azoto e l'ossigeno; questi due corpi si combinano in 5 proporzioni diverse e ne emergono 5 composti la cui composizione in 100 parti è la seguente:

1° Protossido	azoto	63,64
	ossigeno	36,36
		100,00
2° Biossido	azoto	46,67
	ossigeno	53,33
		100,00
3° Acido nitroso	azoto	36,84
	ossigeno	63,16
		100,00
4° Acido iponit.	azoto	30,43
	ossigeno	69,57
		100,00
5° Acido nitrico	azoto	25,93
	ossigeno	74,07
		100,00

Facciasi ora per via di semplice calcolo di proporzione che in tutti questi composti sia resa costante la quantità di azoto, ed eguale a 175 ossia all'equivalente, avremo pei diversi composti accennati le composizioni seguenti:

Protossido	azoto	175	ossigeno	100
Biossido	«	175	«	200
Acido nitroso	«	175	«	300
Acido iponitrico	«	175	«	400
Acido nitrico	«	175	«	500

Nei quali numeri della seconda colonna veggonsi rappresentate le quantità di ossigeno dal suo equivalente 100 moltiplicato per 1, 2, 3, 4, 5.

Togliamo un secondo esempio dalle combinazioni del solfo col ferro (1).

(1) V. pag. 53.

Esse sono il protosolfuro, il sesquisolfuro, il bisolfuro ed il trisolfuro; la loro composizione in 100 è:

pel protosolfuro	ferro	63,64
	solfo	36,36
		100,00
pel sesquisolfuro	ferro	53,85
	solfo	46,15
		100,00
pel bisolfuro	ferro	46,67
	solfo	53,33
		100,00
pel trisolfuro	ferro	36,84
	solfo	63,16
		100,00

Facciamo che la quantità del ferro sia resa in tutti costante ed eguale al suo equivalente 350, e si vedranno le composizioni addotte convertirsi nelle seguenti:

Protosolfuro	ferro	350	solfo	200
Sesquisolfuro	«	350	«	300
Bisolfuro	«	350	«	400
Trisolfuro	«	350	«	600

e scorgeremo che i numeri della seconda colonna che esprimono le quantità del solfo nei tre solfuri sono l'equivalente del solfo ossia 200 moltiplicato per 1, 1 + 1/2, 2, 3.

Da quanto abbiamo detto finora risulta una nozione essenziale, che cioè quando siasi fissato l'equivalente di un corpo relativamente a 100 di ossigeno od a 12,5 d'idrogeno, si avrà un numero il quale o di per sè, o coi suoi multipli indicherà le quantità in peso con cui quel corpo si combinerà con gli equivalenti di molti altri corpi semplici.

Prendasi per cagion d'esempio il cloro: il suo equivalente può essere dedotto tanto dalla sua combinazione con l'idrogeno, l'acido cloridrico, quanto dalla sua combinazione con l'ossigeno, la quale rappresenta il protossido, ossia dall'acido ipocloroso. Si conosce infatti che nell'acido cloridrico 12,5 d'idrogeno si combinano con 443

di cloro, e che nell'acido ipocloroso 100 di ossigeno sono combinati con 443 di cloro. Il numero 443 è adunque l'equivalente del cloro.

Ora si cerchi la composizione di un cloruro metallico qualunque, per esempio del protocloruro di manganese; essa si troverà di

Manganese	43,79
Cloro	56,21
	100,00

Se in questa composizione si fa la quantità del cloro eguale al suo equivalente dedotto dalla sua combinazione con l'ossigeno, ossia 443, troveremo che la quantità del manganese debbe venir portata a 345; e conchiudiamo che nel cloruro di manganese v'ha un equivalente di cloro ed un equivalente di manganese, il quale è appunto quello che si dedurrebbe dalla composizione del protossido di questo metallo.

Se prendasi un altro cloruro, per esempio uno dei cloruri di platino il quale è composto in 100 parti da

Platino	58.16
Cloro	41,84
	100,00

e si esprima la quantità del platino pel suo equivalente ossia 1232, si troverà che questo peso di metallo è in quel cloruro combinato con 886 di cloro, ossia con l'equivalente del cloro, 443, moltiplicato per 2, e conchiudiamo che in quel cloruro 1 equivalente di platino si combina con 2 equivalenti di cloro.

Prendiamo un terzo ed ultimo esempio.

Abbiasi l'ammoniaca, composto d'azoto e d'idrogeno e che in 100 parti contiene

Azoto	82,35
Idrogeno	17,65
	100,00

Si esprima la quantità dell'azoto pel suo equivalente 175, e si troverà che la quantità d'idrogeno che si combina con questa quantità d'azoto nel formare l'ammoniaca è eguale a 37,5 ossia a $12,5 \times 3$ o 3 equivalenti d'idrogeno.

§ 39.—I numeri equivalenti mentre fissano i rapporti dei componenti nei corpi composti, indicano altresì in qual rapporto di peso possano i corpi semplici sostituirsi, e prendere il posto l'un dell'altro combinandosi successivamente con una medesima quantità di un mede-

simo corpo semplice. Abbiasi infatti una soluzione di solfato d'ossido d'argento: vi s'immerga una lastra di rame, l'argento sarà tutto precipitato allo stato metallico; al fine dell'operazione si troverà che il peso della lastra di rame è diminuito, e che quel tanto di rame che essa ha perduto si è disciolto nel liquido da cui si precipitò l'argento. Nella soluzione di solfato d'argento questo metallo era combinato con l'ossigeno; nella soluzione superstite alla precipitazione dell'argento, è il rame che si trova combinato con la stessa quantità di ossigeno. Se teniamo conto esatto dei pesi del metallo ridotto e del rame che operò la riduzione, troviamo che essi stanno tra loro nel rapporto dei loro equivalenti, cioè di 1350 del primo e 396 del secondo. Ora se nella soluzione contenente il rame, introduciamo una lastra di ferro, determineremo la separazione e riduzione del rame, mentre una parte del ferro si convertirà in solfato, sicchè il peso della lastra si troverà diminuito. Se terminata l'operazione pesiamo il rame ridotto e pesiamo la lastra di ferro, per precisare di quanto siasi scemato il suo peso, ossia quanto ferro siasi sostituito al rame, troviamo che a 396 di rame si sostituirono 350 di ferro. Abbiamo in questo esempio tre quantità di metalli diversi, capaci di fare le medesime veci in un composto chimico, combinandosi colla medesima quantità di ossigeno e d'acido solforico, e sostituirsi a vicenda nei rapporti esatti dei loro equivalenti, ossia per l'argento di 1350, pel rame 396, e 350 pel ferro.

§ **40**. — L'importanza di questi numeri equivalenti non si dimostra solo allorchè trattasi di combinazioni binarie, ma anche nei casi di combinazioni di corpi binarii con corpi binarii.

Abbiansi infatti molti *sali neutri* i quali risultino da una stessa base, la potassa, combinata con acidi diversi, il solforico, il nitrico, il clorico, il cromico: la loro composizione in 100 parti sarà:

Solfato di potassa	acido solforico	45,92
	potassa	54,08
		100,00
Nitrato di potassa	acido nitrico	53,40
	potassa	46,60
		100,00
Clorato di potassa	acido clorico	61,55
	potassa	38,45
		100,00

Cromato di potasssa	acido cromico	51,60
	potassa	48,40
		100,00

La potassa è composta da 1 equivalente di potassio ossia 489, e da 1 equivalente di ossigeno ossia 100. La somma di questi due numeri è 589; ora si esprimano le succennate composizioni per modo che in tutte la quantità della potassa sia 589; e le quantità dei diversi acidi che nei sali accennati stanno combinate con questo peso di potassa si troveranno

Per l'acido solforico 500
Per l'acido nitrico 675
Per l'acido clorico 943
Per l'acido cromico 628

Consultando ora le composizioni dei quattro acidi e traducendole in equivalenti dei loro componenti troviamo

Acido solforico 500	solfo	200
	ossigeno	300
Acido nitrico 675	azoto	175
	ossigeno	500
Acido clorico 943	cloro	443
	ossigeno	500
Acido cromico 628	cromo	328
	ossigeno	300

Infatti l'acido solforico risulta da 1 equivalente di zolfo=200 e 3 equivalenti di ossigeno=3×100=300; l'acido nitrico risulta da 1 equivalente di azoto = 175 combinato con 5 equivalenti di ossigeno =100×5=500; l'acido clorico si compone di 1 equivalente di cloro 443 e di 5 equivalenti di ossigeno=5×100=500, e l'acido cromico contiene 1 equivalente di cromo 328 combinato con 3 equivalenti di ossigeno=3×100=300.

Abbiamo pertanto quattro quantità diverse di diversi acidi, le quali però hanno comune questa proprietà che saturano compiutamente una stessa quantità di potassa, formando con essa un sale neutro; esse prendono il nome di equivalenti degli acidi solforico nitrico ecc.

Prendiamo ora un certo numero di sali neutri, nei quali comune sia l'acido, e sia uno di quelli che abbiamo già menzionati nel caso

precedente, per esempio l'acido solforico, e sieno i sali il solfato di potassa, il solfato di soda, il solfato di calce, ed il solfato di barita.

La loro composizione in 100 parti è la seguente :

Solfato di potassa	potassa	54,08
	acido solforico	45,92
		100,00
Solfato di soda	soda	43,63
	acido solforico	56,37
		100,00
Solfato di calce	calce	41,18
	acido solforico	58,82
		100,00
Solfato di barita	barita	65,64
	acido solforico	34,36
		100,00

La composizione dell'acido solforico espressa in equivalenti è come abbiam detto di

solfo	200
ossigeno	300

Si prendano ora quantità tali dei quattro solfati menzionati, che in esse tutte il peso dell'acido solforico ascenda a 500, e si troverà che le quantità delle basi che saturano questa quantità costante d'acido solforico sono :

Per la potassa	589
Per la soda	387
Per la calce	350
Per la barita	955

Le quali quantità risultano tutte da 1 equivalente del loro radicale e da 1 equivalente di ossigeno.

Infatti :

589 di potassa	potassio	489
	ossigeno	100
387 di soda	sodio	287
	ossigeno	100

350 di calce	calcio	250
	ossigeno	100
955 di barita	bario	855
	ossigeno	100

Queste quantità diverse delle basi suddette chiamansi i loro equivalenti, perchè sono capaci di saturare esattamente, formando un sale neutro, una stessa quantità d'acido solforico, ossia 500.

Se procediamo oltre, troviamo che quelle stesse quantità delle diverse basi accennate, le quali saturano esattamente 500 d'acido solforico, saturano egualmente 675 d'acido nitrico, 943 d'acido clorico, 628 d'acido cromico, dimostrandosi così vieppiù che queste quantità diverse d'acidi non sono solo equivalenti riguardo alla potassa, ma lo sono altresì riguardo alla soda, alla calce, alla barita.

Egli si comprende facilmente dagli esempi addotti come gli equivalenti dei corpi semplici mantengono la loro importanza quando si parla di combinazioni di composti binarii tra loro.

Infatti si scorge che quando si conosca la composizione di una base, e la composizione di un acido, e l'una e l'altra si esprimono colla somma degli equivalenti dei corpi semplici dai quali risultano, si avranno numeri i quali rappresenteranno esattamente le quantità che si richiedono degli acidi e delle basi perchè combinandosi formino sali neutri.

Da ciò si deduce per naturale induzione, che col mezzo dei numeri equivalenti delle basi e degli acidi, si potranno esprimere le composizioni dei sali acidi e dei sali basici; perciocchè nei primi un equivalente di base sarà combinata con 2, 3, 4 equivalenti di acido, e nei secondi un equivalente di acido si troverà combinato con 2, 3, 4 ecc. equivalenti di base.

Così mentre il solfato neutro di potassa risulta da

1 equivalente di potassa	=	589
1 equivalente di acido solforico	=	500

il bisolfato di potassa sarà composto da

1 equivalente di potassa	=	589
2 equivalenti di acido	=	$1000 = 500 \times 2$

E parimente, mentre il nitrato neutro di protossido di piombo è composto da

1 equivalente d'acido nitrico = 675
1 equivalente di protossido di piombo = 1394,5

il nitrato bibasico risulterà da

1 equivalente d'acido nitrico = 675
2 equivalente di protossido di piombo = 2789=1394,5×2

ed il nitrato quadribasico risulterà da

1 equivalente d'acido nitrico = 675
4 equivalente di protossido di piombo = 5578=1394,5×4

§ 41. — L'equivalenza degli acidi e delle basi si manifesta evidente nelle decomposizioni dei sali per via di semplice e doppia affinità elettiva; egli è anzi da questi fatti, per la prima volta osservati da Glaubero e da Venzel e Richter, che ebbe i suoi primi principii la scoperta della legge degli equivalenti.

Allorquando infatti si abbia un sale neutro, e si decomponga col mezzo d'un acido, sicchè ne risulti un nuovo sale neutro, la quantità dell'acido discacciato starà a quella dell'acido che entrò in combinazione colla base, come l'equivalente del primo all'equivalente del secondo.

Abbiasi nitrato di soda, e si decomponga col mezzo dell'acido solforico finchè tutto l'acido nitrico sia discacciato, e la soda siasi convertita in solfato neutro; si troverà che a decomporre 1062 di nitrato di soda, che contengono 1 equivalente di soda = 387, ed 1 equivalente d'acido nitrico=675, si esigono 500 d'acido solforico, e che qualunque sia la quantità del nitrato di soda da decomporsi, il suo peso starà sempre a quello dell'acido solforico necessario all'uopo, come 1062 : 500.

Per la stessa ragione dell'equivalenza degli acidi e delle basi, quando si abbia solfato di potassa composto in equivalenti da

1 equivalente di potassa = 589
1 equivalente di acido solforico = 500

e vi si aggiunga tanta barita che basti a decomporlo per intero, si troverà al fine della decomposizione che per quella quantità di solfato di potassa che è rappresentata da 589 di potassa+500 di acido solforico, si richiede una quantità di barita=955, che è l'equivalente di questa base.

Si comprende inoltre che nelle doppie decomposizioni dei sali neutri, quando si adoperino quantità di essi i quali eguaglino i loro

equivalenti, o sieno ad essi proporzionali, la loro decomposizione reciproca riuscirà intera e compiuta.

Così quando io fo reagire nitrato di barita con solfato di potassa, se la quantità del primo sia di 1630 e quella del secondo 1089 la decomposizione si farà compiuta.

Infatti:

1630 Nitrato di barita =	barita	955	=	589 potassa	= 1264 nitrato di potassa
	acido nitrico	675		675 acido nitr.	
1089 Solfato di potassa =	potassa	589		955 barita	= 1455 solfato di barita
	acido solfor.	500		500 acido solf.	

E ciò debb' essere, poichè 500 d'acido solforico saturano egualmente 589 di potassa e 955 di barita; e 675 d'acido nitrico saturano egualmente 955 di barita e 589 di potassa.

Dalle cose dette intorno agli equivalenti si comprende come la loro conoscenza sia importante, non solo al chimico teorico, ma al manufattore altresì, fissandosi per essi le relazioni in peso dei componenti nei corpi composti, ed in ogni reazione le relazioni in peso tra i corpi reagenti, ed i corpi prodotti (1).

NOTAZIONI O FORMOLE CHIMICHE.

§ **42.**—Affine di agevolare il modo di esprimere un composto chimico, e scriverne il nome in guisa da rappresentare all'occhio di chi legge quali ne sieno i componenti, e quali le proporzioni di questi, pensarono i chimici di ricorrere a simboli od abbreviature dei nomi

(1) Crediamo che quanto abbiamo detto intorno agli equivalenti chimici, basti perchè il lettore si faccia un'idea adequata non solo di ciò che essi sieno veramente, ma altresì del modo con cui essi tornino utili ad esprimere le relazioni dei componenti nei corpi composti e nelle reazioni di questi. Chi volesse trovare maggiormente sviluppata questa parte di dottrina chimica, potrebbe consultare la *Filosofia Chimica* di Thénard: l'*Introduction à l'étude de la Chimie* di J. Liebig, ed i Trattati recenti di Regnault e di Pelouze o Fremy.

dei corpi semplici, ed attribuire a ciascuno di essi il preciso valore degli equivalenti dei corpi ai quali essi si riferiscono.

Nella tavola seguente trovansi accanto ai nomi dei corpi i loro simboli, ed in corrispondenza i loro equivalenti.

Tavola dei nomi dei corpi semplici

dei loro simboli e dei loro equivalenti (1).

Alluminio	Al.	171.	Idrogeno	H.	12,5
Antimonio	Sb.	1613.	Iodio	I.	1586.
Argento	Ag.	1350.	Magnesio	Mg.	158.
Arsenico	As.	936.	Manganese	Mn.	345.
Azoto	Az.	175.	Mercurio	Hg.	1251.
Bario	Ba.	855.	Niccolo	Ni.	369.
Bismuto	Bi.	1330.	Oro	Au.	2228.
Boro	Bo.	136.	Ossigeno	O.	100.
Bromo	Br.	1000.	Platino	Pt.	1232.
Cadmio	Cd.	697.	Piombo	Pb.	1294,5
Calcio	Ca.	250.	Potassio	K.	489.
Carbonio	C.	75.	Rame	Cu.	396.
Cloro	Cl.	443.	Silicio	Si.	267.
Cobalto	Co.	368.	Sodio	Na.	287.
Cromo	Cr.	328.	Solfo	S.	200.
Ferro	Fe.	350.	Stagno	Sn.	735.
Fluorio	Fl.	236.	Stronzio	St.	546,5
Fosforo	P.	400.	Zinco	Zn.	406.

A chiunque ponga mente ai simboli di ciascun nome, apparisce chiaro che essi ne sono le maiuscole iniziali, alle quali però, per distinguere quei corpi i cui nomi cominciano per la stessa lettera, s'aggiunge una minuscola diversa in tutti. Così mentre l'argento e l'alluminio hanno nel simbolo la comune iniziale A, il primo si differenzia per un g minuscolo, il secondo per un l minuscolo ecc.

I simboli d'alcuni corpi semplici non corrispondono a questa norma e non si accordano colle iniziali dei loro nomi registrati nella tavola. Ciò dipende dall'essersi stabilito per regola convenzionale che i simboli si desumessero dai nomi latini dei corpi semplici, nomi che così si rendono invariabili per tutti i chimici del mondo, ma perciò appunto sono spesso diversi dai nomi che prendono i corpi semplici medesimi nelle diverse lingue, e perciò anche nella nostra volgare.

(1) Anche in questa tavola non abbiamo inserto che i nomi dei corpi intorno ai quali si aggirano gli studi di chimica tecnica.

Così per l'antimonio troviamo il simbolo *Sb* tratto dalla parola *Stibium* nome latino dell'antimonio. Lo stesso dicasi dei seguenti:

Fosforo	P.	*Phosphorus*
Idrogeno	H.	*Hydrogenium*
Mercurio	Hg.	*Hydrargyrum*
Oro	Au.	*Aurum*
Potassio	K.	*Kalium*
Rame	Cu.	*Cuprum*
Sodio	Na.	*Natrium*

Giova tener a mente questi simboli, il che non esige che un breve esercizio di memoria, che rendesi d'altronde molto facile dal legame che quasi tutti hanno coi nomi dei corpi ai quali si riferiscono. Ogni simbolo semplice oltre all'indicare il nome d'uno dei corpi elementari, ne rappresenta il peso equivalente. Così quando scrivo H, indico non solo l'idrogeno, ma un peso di esso che sia 12,5; quando scrivo O, non è solo l'ossigeno che intendo di indicare ma una quantità tale di questo corpo che sia 100, e così vadasi discorrendo.

Allorquando vogliasi indicare un corpo composto di due o più corpi, i quali vi sieno combinati nel rapporto dei loro equivalenti semplici, si scriveranno i simboli di questi corpi l'uno accanto l'altro. Così il segno composto HO esprime l'acqua, ossia la somma di 1 equivalente d'idrogeno=12,5 ed un equivalente d'ossigeno=100. Parimente PbS indica un composto di 1 equivalente di piombo=1294,5 e di 1 equivalente di solfo=200.—NaCl indica un composto di 1 equivalente di sodio=287 ed 1 equivalente di cloro=443 ecc. Nella composizione dei simboli binarii usasi far precedere il simbolo del componente elettropositivo; così non si scriverà l'ossido di calcio OCa, ma sì CaO, poichè il calcio è l'elemento elettropositivo di questo composto.

Quando vuolsi indicare un equivalente di un corpo semplice moltiplicato per 2,3,4 ecc. si fa uso di queste cifre apposte al simbolo a modo di esponenti. Così O^2 esprime l'equivalente doppio d'ossigeno ossia $100 \times 2 = 200$. Pb^3 esprime il triplo equivalente del piombo ossia $1294,5 \times 3 = 3883,5$. C^4 indica 4 equivalenti di carbonio, ossia $75 \times 4 = 300$ ecc.

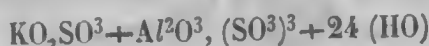
Quindi comprendiamo come si debba scrivere la composizione di un corpo di cui uno o più componenti si trovino in quantità rappresentata dai loro equivalenti moltiplicati per 2,3,4 ecc. Si voglia

per esempio indicare l'acido ossalico che risulta da 2 equivalenti di carbonio, e 3 equivalenti di ossigeno, si scriverà la formola C^2O^3: così $C^4H^6O^2$ indicherà un corpo che è costituito da 4 equivalenti di carbonio, 6 equivalenti d'idrogeno e 2 equivalenti d'ossigeno.

Trattandosi di corpi composti, quali sono gli acidi e delle basi, quando vogliasi esprimere che il loro equivalente è moltiplicato per 2,3,4 ecc. usasi inchiudere il loro simbolo composto tra parentesi, e farlo precedere da una delle succennate ciffre. Così $2=(SO^3)$ $4\ (AzO^5)$ indicano 2 equivalenti d'acido solforico e 4 equivalenti d'acido nitrico; talvolta a vece del coefficiente usasi l'esponente ed in vece di $2\ (SO^3)$ scrivesi $(SO^3)^2$.

Quando vuolsi indicare un composto risultante dalla combinazione di due composti binarii o ternari ecc. usasi tra i simboli dei componenti porre una virgola. Così SO^3, HO indica il composto di 1 equivalente d'acido solforico e di 1 equivalente d'acqua. Così la formola KO, AzO^5 indica il composto di 1 equivalente di potassa con 1 equivalente d'acido nitrico.

Quando si vuole indicare un composto di più equivalenti composti, spesso tra i simboli dei componenti si pone il segno +. Così:



$$KO,SO^3+Al^2O^3,\ (SO^3)^3+24\ (HO)$$

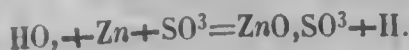
indica la combinazione di 1 equivalente di solfato di potassa, 1 equivalente di solfato di allumina, e 24 equivalenti d'acqua.

Il segno + serve puranche a unire i simboli di più corpi dei quali si vuole indicare la reazione.

Così quando scrivo $HO+Zn+SO^3$, voglio indicare che, ad ottenere uno scopo determinato, io pongo in reazione 1 equivalente d'acqua, 1 equivalente di zinco, ed 1 equivalente di acido solforico.

Ad indicare l'eguaglianza tra corpi reagenti ed i prodotti che ne emergono usasi il segno *eguale*=.

Così se io scrivo



$$HO,+Zn+SO^3=ZnO,SO^3+H.$$

io indico che facendo reagire 1 equivalente d'acqua con 1 equivalente di zinco ed 1 equivalente d'acido solforico, io ottengo per risultamento 1 equivalente di solfato d'ossido di zinco, ed 1 equivalente d'idrogeno.

Da quanto abbiamo esposto risulta chiaramente quanto sia semplice e facile l'impiego dei simboli e delle formole chimiche ogni qual volta si vuole indicare la composizione di un corpo, o vuols

rappresentare una reazione chimica, e la relazione che lega i corpi reagenti coi corpi che ne risultano. Vedremo innoltrandoci negli studii chimici che facile cosa è l'apprenderne l'uso, e che quando vi si acquistò qualche esercizio riesce incomodo ogni altro modo grafico o descrittivo che loro si voglia sostituire.

Così abbiasi la formola CO^2 quella cioè dell'acido carbonico e vogliasi sapere quanto di carbonio e quanto di ossigeno si contenga in 100 di questo composto.

Traducasi in equivalenti la formola e si avrà:

C=1 equivalente di carbonio= 75
O^2=2 equivalenti di ossigeno =200

CO^2=1 equivalente d'acido carbonico=275.

Ora se 275 di acido carbonico contengono 75 di carbonio, 100 dello stesso acido quanto ne conterranno? Si farà perciò la proporzione.

$$275 : 75 :: 100 : x, \text{ e si avrà}$$

$$x = \frac{75 \times 100}{275} = 27{,}27.$$

Parimente per l'ossigeno si dirà; 275 d'acido carbonico contengono 200 di ossigeno, 100 dello stesso acido quanto ne conterranno. Perciò si avrà la seconda proporzione.

$$275 : 200 :: 100 : x, \text{ e perciò}$$

$$x = \frac{200 \times 100}{275} = 72{,}73$$

Egli è chiaro che questa seconda determinazione si potrebbe tralasciare, poichè togliendo da 100 di acido carbonico 27,27 di carbonio, quantità trovata col mezzo della prima proporzione, si avrà un residuo che indicherà la quantità di ossigeno.

$$100 - 27{,}27 = 72{,}73.$$

Diamo ancora un altro esempio.

Sia da determinarsi la composizione in 100 di un corpo la cui formola sia $C^4H^3O^3$ (acido acetico).

Esprimendo questa formola con gli equivalenti numerici troviamo

C^4=4 equivalenti di carbonio	=	300
H^3=3 equivalenti d'idrogeno	=	37,5
O^3=3 equivalenti d'ossigeno	=	300
$C^4H^3O^3$=1 equivalente d'acido acetico		637,5.

Per trovare le quantità dei componenti di 100 d'acido acetico faremo le seguenti proporzioni.

Pel carbonio $637,5 : 300 :: 100 : x$

$$x=\frac{300\times100}{638,5}=47,06$$

Per l'idrogeno $637,5 : 37,5 :: 100 : x$

$$x=\frac{37,5\times100}{637,5}=5,88$$

Per l'ossigeno $637,5 \quad 300 :: 100 : x$

$$x=\frac{300\times100}{637,5}=47,06$$

Infatti	Carbonio	47,06
	Idrogeno	5,88
	Ossigeno	47,06
	Acido acetico	100,00

§ 43. **Divisione dei corpi semplici in metalloidi e metalli.** La via che più facile e più ovvia si presenta a chi voglia giungere a conoscere chimicamente i corpi della natura, si è quella d'incominciare dall'investigazione delle proprietà dei corpi semplici, quindi far passo a quelle che competono ai composti che essi formano tra loro combinandosi. Questo modo di procedere pone nello studio dei molti corpi della natura un ordine logico, e lo semplifica evitando le ripetizioni.

D'altra parte molti dei corpi semplici sono alle arti di grandissima utilità allo stato d'isolamento, tali sono il cloro, il iodio, il solfo, il fosforo, il carbonio, buon numero di metalli come il piombo, lo stagno, il ferro ecc. e giova conoscere al primo entrare negli studii chimici le loro proprietà, dalle quali in progresso si spiegano molte di quelle reazioni le quali danno origine ai corpi composti.

Soglionsi dividere i corpi semplici in due grandi categorie, delle quali l'una dicesi dei *metalloidi* o *corpi metalloidei*, l'altra dei *metalli*. Alla prima si riferiscono quei corpi nei quali mancano o tutti od in buon numero i caratteri che generalmente sono conosciuti siccome distintivi dei metalli: egli è per ciò che essi corpi prendono altresì la denominazione di *non metallici*.

Metalloidi.

Azoto	Iodio
Boro	Idrogeno
Bromo	Ossigeno
Carbonio	Selenio
Cloro	Solfo
Fluorio	Silicio
Fosforo	

Alcuni di essi sono gasosi, siccome l'ossigeno, l'azoto, l'idrogeno, il cloro; uno è liquido ed è il bromo, gli altri solidi e sono il carbonio, il fosforo, il solfo, il selenio, il boro, il silicio, il iodio: del fluorio non conosciamo ancora con certezza lo stato naturale, perciocchè non si ottenne ancora allo stato d'isolamento. Questi corpi in genere non hanno una grande densità, non sono nè duri, nè lucenti, nè malleabili, quali si presentano i metalli, e quel che più monta sono poco conduttori del calore e della elettricità. Gli altri, i metalli, dotati di più o meno ragguardevole densità, sono opachi, duri, malleabili, o duttili, dotati di uno splendore particolare che dicesi volgarmente *lustro metallico*; essi conducono bene il calore e l'elettricità. Singolare tra i metalli è il mercurio, che è liquido alla temperatura ordinaria; esso possiede però in grado eminente tutte le altre proprietà dei metalli.

I metalli ora conosciuti sono:

Metalli.

Alluminio	Glucinio	Potassio
Antimonio	Iridio	Rame
Arsenico	Lantanio	Rodio
Argento	Litio	Rutenio
Bario	Magnesio	Sodio
Bismuto	Manganese	Stronzio
Cadmio	Mercurio	Tantalio
Calcio	Molibdeno	Tellurio
Cerio	Niccolo	Terbio
Cromo	Niobio	Torio
Cobalto	Oro	Titanio
Rame	Osmio	Tunsteno
Didimio	Palladio	Uranio
Erbio	Pelopio	Vanadio
Stagno	Platino	Ittrio
Ferro	Piombo	Zinco
		Zirconio

Questa divisione è generalmente ammessa dai chimici, e noi pure la riteniamo, quantunque la riconosciamo ben lontana dall'essere fondata sopra tali differenze di caratteri, che non lascino luogo ad ambiguità quando si voglia decidere se un corpo semplice debba riferirsi più all'una che all'altra divisione. Diffatti il potassio che si annovera tra i metalli, ha certamente minore densità di quella del bromo che è tra i metalloidi. Il selenio ed il iodio hanno una lucentezza che li farebbe confondere coi metalli, mentre i veri corpi metallici talvolta mancano di splendore, come il platino spungioso, per un cangiamento nella loro aggregazione molecolare. Meno equivoco certamente è il carattere desunto dalla potenza conduttrice pel calorico e per l'elettricità, tuttavia la grafite, il carbone violentemente scaldato, sono buoni conduttori del calore e dell'elettricità, benchè non sieno che varietà di carbonio, il quale è nel novero dei metalloidi. Non è perciò meraviglia che varie sieno le sentenze dei chimici intorno ad alcuni corpi semplici in riguardo alla loro natura metallica o non metallica. Così il selenio che ora annoverasi tra i metalloidi venne al tempo della sua scoperta giudicato un metallo; e l'arsenico, che pure presenta in quanto al suo aspetto ed alle sue proprietà molta somiglianza coi metalli, trovasi ora da molti collocato nel novero dei metalloidi.

Prenderemo ad uno ad uno a studiare i corpi semplici, ne esporremo brevemente le proprietà, il loro modo di preparazione e le applicazione alle arti, quindi procederemo allo studio delle loro combinazioni accennando al modo più acconcio di prepararle, alle proprietà che li distinguono, ai loro usi. Fedeli allo scopo che ci siamo prefisso, non ci occuperemo di quei corpi nè semplici nè composti, i quali non sono finora che materia di studii scientifici e non giovarono ancora alle arti; quindi il campo che ci si para d'innanzi è più ristretto che non sarebbe quello d'un corso di chimica generale. Ci asterremo altresì dalle teorie che non sono che scientifiche: sibbene cercheremo di esporre il più che si potrà con chiarezza quelle sulle quali debbono basarsi le operazioni industriali, o rendono ragione dei fatti che si presentano nell'esercizio delle arti.

PARTE PRIMA

METALLOIDI E LORO COMBINAZIONI.

Ossigeno. O = 100.

§. 44. Trovasi in commercio un corpo impiegato nelle arti, di elegante colore rosso, il quale vien detto *precipitato rosso* (*fig.* 40), ed è conosciuto dai chimici sotto il nome di *biossido di mercurio*. Si prenda una piccola quantità di questo corpo e s'introduca in un tubo di vetro chiuso ad un estremo ed aperto all'altro, a cui si dà il nome di campanella, quindi in esso si scaldi sulla fiamma d'una lampada ad alcool (*fig.* 41). Si vedrà l'ossido perdere prontamente il suo bel colore, ed apparire sulla parte del tubo non riscaldata dalla lampada, primieramente un leggero appannamento, quindi manifeste e numerose goccioline di mercurio metallico. Mentre l'ossido di mercurio presenta questa mutazione, se per l'estremo aperto del tubo di vetro noi v'introduciamo un solfanello, che prima acceso sia stato spento per modo da conservare ancora un punto d'ignizione, il vedremo riaccendersi e bruciare con fiamma viva.

Biossido di mercurio.



fig. 40



fig. 41

Si è adunque dall'ossido rosso di mercurio separato un corpo che contenuto nella campanella è cagione del fenomeno osservato.

Si ponga una quantità un po' considerevole del medesimo ossido rosso in una campanella di vetro *ab* (*fig.* 42) a cui si adatti col

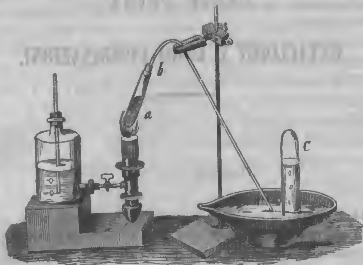


fig. 42

m[redacted]bo di vetro piegato a modo di *S*, il quale s'[redacted]ntenuta in un catino o bacino, e sul cui or[redacted]costo sotto il livello dell'acqua, si capovo[redacted] pieno esso pure dello stesso liquido. Si sc[redacted] nella campanella col mezzo di una lampa[redacted] a misura che l'ossido si decompone e si converte in mercurio metallico, una quantità di bollicine gasose viene a raccogliersi nel cilindro C, e se col gas ottenuto ripetiamo l'esperimento fatto da principio nella campanella, vedremo il solfanello riaccendersi ed ardere vivamente come l'abbiamo veduto in allora.

È adunque un corpo gasoso quello che si sprigiona dall'ossido di mercurio; esso è l'ossigeno, di cui dobbiamo ora esporre le proprietà.

§ 45.—Questo corpo non è conosciuto che sotto forma di gas, nè mai si potè ottenere nè liquefatto nè solido. Esso è adunque nel novero dei *gas permanenti* (1).

(1) Tra i corpi gasosi alcuni si conservano tali a bassa temperatura ed a qualunque compressione vengano assoggettati: altri potentemente raffreddati, o validamente compressi si liquefanno, talvolta anche si solidificano. I primi diconsi *gas permanenti*, i secondi diconsi *non permanenti* o *coercibili*.

È un corpo semplice, e poco solubile nell'acqua; 1000 parti in volume d'acqua ne sciolgono alla temperatura ordinaria 46 parti. È insipido, inodoro, incoloro. Non ha reazione sulle tinture di tornasole e di curcuma.

Un litro di questo gaz pesa grammi 1,429 (1). È un gas respirabile; anzi è indispensabile per la respirazione. L'aria che in noi introduciamo ad ogni inspirazione non esercita azione chimica sul sangue che per via dell'ossigeno. Il sangue che fluisce nero nelle vene, quando giunge ai polmoni vi si colora in rosso vivace e cangiasi nel sangue delle arterie detto sangue arterioso. Un grumo di sangue nero introdotto nel gas ossigeno vi si colora vivamente in rosso.

L'ossigeno ha grande tendenza a contrarre combinazioni con altri corpi; queste per lo più hanno luogo con sviluppamento di luce e di colore, e presentano allora il fenomeno volgarmente conosciuto sotto il nome di *combustione*. I corpi che bruciano nell'aria atmosferica, bruciano in questo gaz con molta maggiore prontezza e vivacità di fenomeni.

Un pezzettino di fosforo collocato in una cassolina di porcellana, ed introdotto in un pallone pieno di gas ossigeno (*fig.* 43) se venga toccato con un corpo caldo, come sarebbe un filo di ferro arroventato, vi si accende e vi brucia con una luce vivissima che difficilmente può reggersi dall'occhio. Un pezzo di solfo acceso ed introdotto quindi in un vaso pieno di gaz ossigeno vi arde con una fiamma azzurra elegante. Un carbone rovente vi arde esso pure con grande vivacità, senza fiamma però e spandendo scintille.

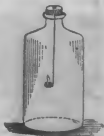


fig. 43

Molti metalli si combinano con l'ossigeno presentando fenomeni di combustione. In una bottiglia piena di gas ossigeno s'introduca una spirale di filo di ferro o di acciajo alquanto sottile, alla cui punta sia unito un pezzettino d'esca accesa (*fig.* 44); la combustione dell'esca ravvivata dall'azione di questo gas svilupperà



fig. 44

(1) Si suppone che il gas sia pesato alla temperatura di 0, e sotto la pressione atmosferica di 760 mm. Vedasi a questo proposito quanto si dirà riguardo alla compressione ed alla dilatazione dell'aria e dei gas.

intenso calore, la cui mercè la punta della spirale si farà incandescente; a quel punto il ferro o l'acciajo comincierà a bruciare lanciando scintille e spandendo vivissima luce, e la combustione procederà per tutta l'estensione della spirale che si vedrà consumarsi, e convertirsi in una sostanza che conosceremo col nome di ossido di ferro. Vedremo col tempo che le scintille che dà l'acciarino cozzando colla pietra focaja, e quelle che vedonsi partire come tante stellette dal ferro arroventato che il fabbro estrae dalla fucina per portarlo sull'incudine e quivi configurarlo a colpi di martello, sono prodotte dalla combustione del ferro alimentata dall'ossigeno dell'aria.

Facciasi fondere zinco in un crogiuolo coperto: se quando questo è portato a colore rosso si toglie il coperchio, e sul metallo si spinge una corrente d'ossigeno col mezzo di una vescica piena di questo gaz e munita d'un tubo a chiavetta terminato in punta (*fig.* 45) al primo istante in cui il metallo è toccato dall'ossigeno esso entra in combustione bruciando con fiamma elegantemente bianco-azzurra e spandendo fumi bianchi che si diffondono nell'aria come fiocchi leggieri di lana, od aderiscono alle pareti del crogiuolo. Il fenomeno cessa tostochè la superficie del metallo è coperta di questo prodotto di combustione, ma rinnovasi quando con un bastoncino di ferro si agita il metallo, e se ne scoprono quelle parti che non furono peranche toccate dal gaz ossigeno.

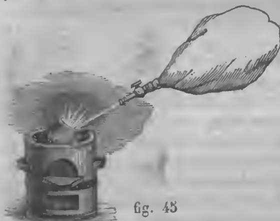


fig. 45

Una così manifesta produzione di colore e di luce, ossia il fenomeno della combustione, non si associa sempre al fatto della combinazione dell'ossigeno. Si ponga un pezzo di piombo in un tubo o campanella curva piena di gas ossigeno e capovolta sul mercurio, ed entro essa si scaldi con una lampada a spirito (*fig.* 46). Il piombo dapprima lucente perderà questo carattere, ed a



fig. 46

poco a poco si convertirà in una sostanza come terrosa, di colore giallo rossigno ossia in litargirio. Un fenomeno analogo si osserverebbe in simili circostanze collo stagno, col ferro ecc. Vedremo in seguito che l'ossigeno dell'aria produce bene spesso di tali mutazioni nel ferro, nel piombo, nello stagno, nello zinco ecc, senza fenomeni apparenti di combustione.

Dicesi *ossidazione* il combinarsi dell' ossigeno con un corpo qualunque; l'ossidazione può adunque essere accompagnata o no da fenomeni di combustione.

Se l'azione comburente del gas ossigeno è tanto manifesta sui corpi dei quali abbiam fatto cenno, non è meraviglia che essa si eserciti potentemente su quei corpi che siamo usi a considerare come veri combustibili, quali sono le sostanze vegetali ed animali.

Un candelino di cera o di sego la cui fiamma siasi di fresco spenta, sicchè il lucignolo sia ancora ignescente in qualcuno de' suoi punti, immerso nel gas ossigeno si riaccende. Abbiamo già osservato una simile riaccensione di un solfanello; questo fatto fu anzi quello che ci svelò la produzione del gas ossigeno nella decomposizione dell'ossido rosso di mercurio. L'osservazione di questi fenomeni ci fa presentire che le combustioni che hanno luogo nei nostri forni, nei cammini, nelle lampade d'ogni maniera, sono dovute all'ossigeno dell'aria.

Anche le sostanze organiche possono provare ossidazioni senza presentare i fenomeni sensibili della combustione. L'olio di trementina in contatto dell'ossigeno si converte in una materia come resinosa e densa e finalmente indurisce: l'olio di noce, quello di lino ed altri che diconsi olii essiccativi s'ispessiscono, e finalmente si solidificano. Di questi fenomeni le arti traggono partito frequente nella confezione delle vernici, nella conservazione dei legni e simili.

Fra le ossidazioni di materie organiche ci toccherà col tempo di parlare di quella che prova l'indaco; questo corpo è incoloro nelle piante che lo forniscono; nel bagno indigofero del tintore esso è scolorato finchè non viene ad essere toccato dall'ossigeno; il contatto dell'aria colle tele nel momento in cui si estraggono dal bagno lo colora sopra di esse e ve lo fissa permanentemente.

Col progredire nello studio dei fenomeni chimici conosceremo quanto grande ed importante sia la parte che prende l'ossigeno nella loro produzione.

Egli è raro che il chimico industriale abbia mestieri di prepararsi considerevoli quantità d'ossigeno puro; le ossidazioni infatto che egli

produce si fanno tutte col mezzo dell'ossigeno dell'aria, che la natura profuse a nostro beneficio. Quando però egli avesse vaghezza di sperimentare con questo gas, egli potrà procurarselo economicamente col seguente metodo, che tra i molti è dei più facili. In un palloncino di vetro (*fig.* 47) si ponga biossido di manganese in polvere

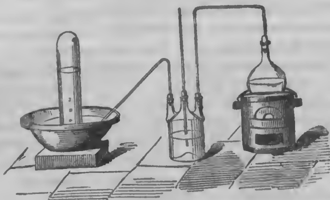


fig. 47

(quest'ossido di manganese è sostanza impiegata nelle arti, e si trova in commercio), e vi si aggiunga acido solforico concentrato (olio di vitriolo), quanto basta per farne una pasta molto liquida. Collocato il pallone su d'un fornelletto si congiunga con esso una bottiglia a tre colli, contenente acqua che tiene sciolta un po' di potassa caustica, ed in cui i corpi gazosi che si sprigionano dal pallone vengano a lavarsi. Al collo della bottiglia opposto a quello per cui essa si unisce al pallone si adatti un tubo abduttore, che venga ad immergersi in un catino pieno d'acqua: ciò fatto si scaldi il pallone, e capovolgendo un cilindro o campanella piena d'acqua sull'estremo libero del tubo abduttore, si raccolga il gas che se ne sprigiona. È d'uopo lasciare che si disperdano le prime porzioni di gas, le quali sono d'aria atmosferica che occupava gli spazii liberi del pallone e della bottiglia. Si raccoglierà il gas ossigeno quando si riconosca provandolo che esso rianima la combustione. Il biossido di manganese contiene sempre maggiore o minore proporzione di carbonati i quali decomponendosi per l'acido solforico forniscono acido carbonico, che si mescerebbe coll'ossigeno e lo renderebbe impuro se non si lavasse la massa gazosa, che si ottiene, nella soluzione di potassa che è contenuta nella bottiglia a tre colli.

La spiegazione di questa operazione sta tutta nella conoscenza del modo con cui si comporta il biossido di manganese relativamente

all'acido solforico. Quantunque questo argomento verrà a suo tempo trattato più diffusamente, non crediamo però inutile al presente di farne qualche parola.

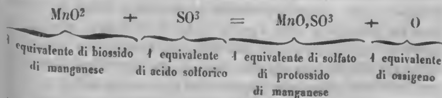
Il biossido di manganese è composto in 100 parti, da manganese 63,24, ossigeno 36,76, ossia da

1	equivalente	di manganese	= 344
2	»	di ossigeno	= 200
1	»	di biossido	= 544

Quest'ossido non è capace di combinarsi con l'acido solforico, se prima non perde la metà dell'ossigeno che esso contiene, ossia 18,38 % del suo peso, convertendosi in protossido di manganese, composto in 100 parti da manganese 77,48 ed ossigeno 22,52 ossia da

1	equivalente	di manganese	= 344
1	»	di ossigeno	= 100
1	»	di protossido	= 444

Egli è appunto questa decomposizione che si ottiene nell'operazione indicata. Il biossido di manganese si decompone, perde $^1/_2$ del suo ossigeno che si svolge e si raccoglie all'orifizio del tubo abduttore, mentre esso, convertito in protossido, si combina coll'acido solforico formando solfato di protossido di manganese. Questa reazione si può esprimere colla seguente formola:



$$MnO^2 \quad + \quad SO^3 \quad = \quad MnO,SO^3 \quad + \quad O$$

1 equivalente di biossido di manganese — 1 equivalente di acido solforico — 1 equivalente di solfato di protossido di manganese — 1 equivalente di ossigeno

544 di biossido danno adunque 100 di ossigeno ossia alquanto meno di $^1/_5$. In pratica però non si giunge a questo risultamento non essendo mai il biossido accennato esente da mescolanza con corpi stranieri. Altri metodi per preparare gas ossigeno si troveranno accennati e descritti in tutti i trattati di cose chimiche.

IDROGENO. H = 12,5.

§. **46**. Poniamo acqua in un palloncino B (*fig.* 48): facciamo comunicare il suo collo con l'estremo *a* di un tubo di ferro ripieno di torniatura dello stesso metallo collocato in un fornello a riverbero,

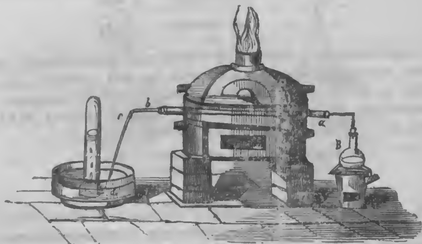


fig. 48

e congiunto all'altro estremo *b* con un tubo abduttore *c d* che immerso in un bagno d'acqua si rivolga quindi in alto, e venga ad aprirsi nel collo d'una bottiglia o d'una campanella ripiena d'acqua e capovolta nel bagno. Fatto un buon fuoco nel fornello finchè il tubo di ferro sia scaldato a rosso vivo si scaldi il palloncino contenente l'acqua per modo che questa fatta bollente sia costretta a passare in vapori pel tubo di ferro rovente. Non appena l'acqua sarà entrata in viva bollizione, all'estremo opposto dell'apparecchio numerose bolle d'un gas verranno a raccogliersi nella campanella: quando siasi ottenuta una sufficiente quantità di questo corpo gasoso, si scomponga l'apparecchio, e si osservi quali mutazioni abbia sofferto il ferro che era contenuto nel tubo rovente e si vedrà che esso ha perduto lo splendore metallico, la sua tenacità e flessibilità, ed invece è diventato fragile per modo da facilmente rompersi e triturarsi in polvere: esso è *ossidato*.

Il gaz che abbiamo raccolto ha caratteri particolari che dobbiamo ora studiare; esso chiamasi *idrogeno*.

Da questo esperimento già conchiudiamo ciò che più ampiamente

ci verrà dimostrato in appreso che l'acqua risulta dalla combinazione di due elementi, l'idrogeno cioè e l'ossigeno.

Questo modo di ottenere l'idrogeno sebben semplice ed economico ha però l'inconveniente di esigere un apparecchio alquanto complicato e l'impiego del calore.

Più comodamente si ottiene il medesimo risultamento operando nel modo seguente:

§. 47. In una bottiglia a due colli (*fig.* 49) s'introduce ferro in limatura od anche in piccoli frantumi: all'uno dei colli si adatta un tubo che giunga sino al fondo della bottiglia e si elevi di qualche decimetro al disopra del collo, e terminato alla sua parte superiore da un imbuto: all'altro collo si adatta con un turacciolo un tubo abduttore. Per l'imbuto del lungo tubo si versi nella bottiglia acido solforico allungato con due o tre volte il suo volume d'acqua; non appena l'acido si troverà in contatto col metallo, si vedrà svilupparsi dalla superficie di questo un gran numero di bollicine d'un corpo gasoso, il quale potrà raccogliersi sull'acqua, facendo che il tubo abduttore venga ad immergersi entro un catino pieno d' acqua, e capovolgendo sul suo orifizio una bottiglia od una campanella piena essa pure d'acqua. È d'uopo che le prime porzioni di gas si rigettino come impure, poichè esse contengono mista all'idrogeno l'aria contenuta nella bottiglia a due colli e nel tubo abduttore.


fig. 49

Per la descritta operazione si usa più sovente lo zinco che il ferro, il quale fornisce un gas più puro. Questo metallo trovasi in commercio in grossi pani: sotto questa forma esso non potrebbe convenientemente servire, quindi usasi convertirlo in granaglia; per tale oggetto lo s'introduce in grossi pezzi in un crogiuolo in cui si scalda finchè siasi liquefatto: poscia si afferra il crogiuolo con una tanaglia, lo si tiene all'altezza d'un metro circa sovra un secchio contenente acqua fredda, ed inclinandolo lentamente si versa il metallo in sottil filo nell'acqua (*fig.* 50). Ogni gocciola di zinco si rapprende pel subito raffreddamento, e cade in fondo del secchio, ove esse tutte si raccolgono senza che l'una aderisca all'altra.

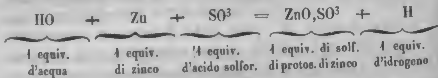

fig. 50

L'acqua, siccome dimostreremo ampiamente a suo tempo, è composta d'ossigeno e d'idrogeno nella proporzione di 88,89 del primo ed 11,11 del secondo; od in equivalenti da

1 equivalente di ossigeno	=	100
1 equivalente d'idrogeno	=	12,5
1 equivalente d'acqua	=	112,5.

Lo zinco ha tendenza a combinarsi con l'ossigeno; ma di per sè non vale a rompere i vincoli, che tengono questo elemento in combinazione coll'idrogeno. Esso potrebbe stare lunghissimo tempo in contatto dell'acqua senza decomporla. Ma quando si versa sullo zinco l'acido solforico, l'affinità del metallo per l'ossigeno trovasi accresciuta, perchè è presente l'acido che avidamente tende a combinarsi coll'ossido di zinco. Quest'ossido di fatto si forma a spese dell'acqua, la quale cede l'ossigeno al metallo, mentre l'idrogeno si sprigiona.

Questa reazione si esprime acconciamente colla seguente equazione:



Dall'ispezione di questa formola si comprende che per decomporre un peso d'acqua eguale a 112,5 ossia 1 equivalente, sarà necessario impiegare 1 equivalente di zinco ossia 406,5, ed 1 equivalente d'acido solforico ossia 500.

§. 48. L'idrogeno è corpo semplice, permanente, senza colore e sapore, e, se puro, compiutamente inodoro (1). Esso non ha azione veruna nè sulla tintura di curcuma nè su quella del tornasole; è poco solubile nell'acqua, la quale sotto un volume di 100 o non ne scioglie che 15. Un litro di questo gas pesa 0,089: esso è il gas più leggero di quanti si conoscano. Non è atto alla respirazione, non perchè sia dotato di qualità venefiche, che niuna esso ne possiede

(1) Perchè l'idrogeno sia affatto priva d'odore, egli sarebbe mestieri adoperare per la sua produzione acido solforico, ferro, zinco ed acqua purissimi; in pratica raramente si avverano queste condizioni. Il ferro e lo zinco contengono sempre sostanze straniere, tra le quali il carbonio, il quale nella reazione si combina con l'idrogeno e genera prodotti varii dotati di un odore particolare nauseoso ecc.

se puro, ma perchè gli manca l'attitudine a produrre nel corpo degli animali quelle mutazioni del sangue che sono necessarie al sostentamento della vita, e che esclusivamente si possono produrre dall'ossigeno. Del rimanente, se misto con ossigeno in proporzione non troppo considerevole, può venire respirato senza nocumento.

Non alimenta la combustione, ma è combustibile. Il seguente sperimento lo dimostra. Si riempisca di questo gas un cilindro alquanto lungo, il quale terrassi capovolto con l'orifizio in giù, perchè il gas non ne esca troppo prontamente (*fig.* 51); poscia si prenda un candelino acceso e s'immerga nel cilindro; il candelino si spegnerà ed in iscambio il gas si accenderà all'orifizio del cilindro, e la sua fiamma comunicherà l'accensione al candelino al momento in cui questo verrà estratto.

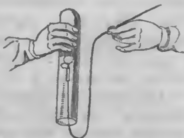


fig. 51

§. 49. L'esperimento descritto ci dimostra che quando il gas idrogeno si trova in contatto dell'aria (che è quanto dire dell'ossigeno) e di un corpo incandescente, si accende e brucia con fiamma. La *lampada filosofica* (*fig.* 52) è una bottiglia a due colli in cui s'introduce zinco ed acido solforico diluito con acqua, ed a cui si adatta un turacciolo munito d'un tubo terminato in punta affilata alla lampada. Il gas che si sprigiona esce per questa angusta apertura formando un getto sottile che si accende quando vi si approssima una fiamma. Prima di accendere il gas è d'uopo che se ne lasci uscire una certa quantità, la quale con sè trascina l'aria che in principio dell'esperimento occupa la parte della bottiglia non riempita dal liquido acido. Se si trascurasse questa precauzione e s'accendesse il gas quando l'aria non è ancora interamente espulsa, l'accensione si propagherebbe istantaneamente nell'interno della bottiglia, la quale scoppierebbe violentemente, con pericolo dell'operatore. L'idrogeno infatti il quale brucia tranquillamente quando sotto

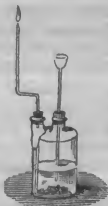


fig. 52

forma di getto viene acceso in contatto dell'aria, se trovasi misto con questa in un recipiente, e venga ad essere toccato da una fiamma o da un corpo incandescente, arde con iscoppio.

Questo fenomeno si produce più rimarchevole quando all'aria si sostituisca l'ossigeno puro. Facciasi in una bottiglietta di vetro a pareti sottili un miscuglio d'idrogeno ed ossigeno nel rapporto di due volumi del primo ad uno del secondo, quindi si accosti all'orifizio della bottiglietta la fiamma d'una candela; il miscuglio gasoso si accenderà, una violenta detonazione avrà luogo e la bottiglia verrà ridotta in piccoli frantumi. Questo sperimento non è pericoloso quando si abbia la precauzione d'inviluppare la bottiglietta con una tela a più doppi, e con una rete metallica.

L'elettricità sotto forma di scintilla attraversando il miscuglio d'idrogeno e d'ossigeno ne produrrebbe egualmente lo scoppio.

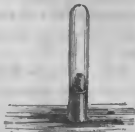
§. **50.** V'ha un altro modo di determinare la detonazione del misto d'idrogeno e d'ossigeno, di cui non faremmo niuna parola se non ci conducesse naturalmente a dire alcuna cosa intorno ad una proprietà dei corpi porosi, quella di condensare corpi gasosi nella loro porosità, proprietà la quale deve talvolta venire invocata dal chimico manufattore, come mezzo di produzione, e d'altronde è degna d'essere conosciuta siccome la cagione da cui muovono molti fenomeni naturali o prodotti dall'arte.

I corpi tutti sono porosi. Con ciò vogliam dire che le particelle di cui si compone la loro massa non sono immediatamente applicate le une alle altre, ma lasciano tra di loro interstizii o vani che si chiamano *pori*. Poniamo in disparte ogni vista teorica su questo argomento, e limitiamoci a constatare con alcuni esempi questa proprietà. Il legno s'imbeve d'umidità se è in luogo umido, se è immerso nell'acqua assorbe di questo liquido e cresce notevolmente di peso; le pelli nei tini del conciatore s'imbevono di materia conciante, nè ciò accadrebbe se esse non avessero pori. Una vescica piena d'acqua, strettamente legata al suo collo e lasciata liberamente esposta all'aria insensibilmente si vuota, perchè l'acqua penetra, ed attraversa a poco a poco le sue pareti, e lentamente si svapora. I mattoni dei quali ci serviamo per le costruzioni assorbono l'acqua in cui il muratore gl'immerge prima di servirsene: le anfore di terra cotta non conterrebbero i liquidi se non fossero coperte internamente ed esternamente da una vernice vetrosa: il carbone conservato in luoghi umidi aumenta sensibilmente di peso.

Questi corpi i quali hanno la proprietà d'imbeversi di liquidi,

hanno pur anche quella di empiersi più o meno dei corpi gasosi nei quali trovansi immersi.

Nella campanella di vetro capovolta sul mercurio (*fig.* 53), e ripiena di gaz ammoniaco, introduciamo un pezzo di carbone ben secco. All'istante medesimo vedremo il mercurio salire visibilmente nella campanella, sinchè giunga a riempirla compiutamente: le sperienze di Saussure su questo fenomeno hanno dimostrato che il carbone di bosso assorbe una quantità di gaz ammoniaco, che eguaglia novanta volte il suo proprio volume.


fig. 53

In questo assorbimento in cui il gaz vien ridotto ad un volume molto minore di quello che esso occupa naturalmente v' ha produzione di calore: a convincerci di questo fatto basta porre la mano sulla campanella in cui si fa l'assorbimento dell'ammoniaca: essa trovasi sensibilmente riscaldata.

Fra i corpi i quali sono dotati di molta forza assorbente v' ha il così detto *platino spugnoso* (1). Per una preparazione conveniente il

(1) Benchè non sia questo ancora il luogo opportuno per esporre i particolari che riguardano le preparazioni metalliche, diciamo però alcunchè del modo con cui si ottiene il platino spungioso, affinchè si comprenda como questo densissimo metallo si porti ad acquistare la spugnosità, e ad acquistare in grado eminente le proprietà dei corpi porosi. Si discioglie il platino in un miscuglio di acido cloridrico ed acido nitrico (a questo miscuglio si dà il nome di *acqua regia*); fatta la dissoluzione, si sottopone questa ad una blanda evaporazione, la quale ne discaccia l'eccedente acido. Ottiensi un residuo solido salino che è cloruro di platino. Si ridiscioglie questo sale con acqua distillata, si filtra se è d'uopo la soluzione, e vi si aggiunge quindi sale ammoniaco (cloridrato di ammoniaca) sciolto nell'acqua, il quale determina l'immediata precipitazione del platino in una polvere pesante di color giallo canarino, la quale è un composto di cloro, platino ed ammoniaca. Il precipitato lavato e quindi seccato a blando calore si pone in un crogiuolo di porcellana o di terra ben pulito internamente, o si scalda in un fornello finchè cessino dallo sprigionarsene i vapori bianchi che tosto compaiono quando il crogiuolo trovasi portato a calore rosso nascente. Sul finire della operazione si anima alquanto il fuoco, quindi si ritira il crogiuolo. Trovasi allora in luogo del composto di cloro, platino ed ammoniaca, il solo platino allo stato metallico, ma convertito in una massa leggera e porosa, di colore grigio, non lucente, che però acquista il lustro dei metalli quando si comprime e si soffrega tra due corpi duri. Egli è questo corpo che dicesi platino spugnoso, e che gode della proprietà di determinare immediatamente lo scoppio di un misto di idrogeno ed ossigeno. Per raffigurarsi come si ottenga la spugnosità

platino, metallo dotato di grande densità, si converte in una sostanza tutta porosa come una spugna, la quale se pongasi in contatto d'un miscuglio d'idrogeno ed ossigeno, assorbe contemporaneamente i due gas e li condensa: in questo atto la temperatura s'innalza considerevolmente, al punto che la spugna metallica si fa incandescente, e come tale comunica l'accensione al miscuglio dei due gas.

§ 51. **Lampada di Dœbereiner.** Un'applicazione di questa proprietà del platino spungioso è la lampada od accendilume di Dœbereiner. Nella campana D capovolta nel bicchiere A trovasi sospeso un pezzo di zinco B, il quale sta a qualche millimetro di distanza dal labbro inferiore della campana. Alla parte superiore di questa v' ha una chiave E, che chiude un canale di sottile apertura, diretto orizzontalmente sopra un pezzo di platino spungioso, contenuto in un astucchio metallico G. S' empie il bicchiere fino a metà d'un'acqua acidulata con acido solforico, poscia vi si capovolge la campana avendo la precauzione di tenerne aperta la chiavetta: il gas idrogeno tosto si svolge pel contatto dello zinco col liquido acido, e misto con aria esce dall'apertura della chiavetta. Durante questo tempo tiensi coperto il platino spugnoso perchè il gas non venga a battervi sopra. Quando giudicasi che l'aria è compiutamente scacciata, si chiude la chiavetta: il gas idrogeno continua a svolgersi, e deprime il liquido sforzandolo ad innalzarsi nel bicchiere. Quando è piena la campana il liquido non tocca più lo zinco, ed ogni sprigionamento di gas resta sospeso. A questo punto la campanella è piena di gas idrogeno compresso dalla colonna d'acqua che si è sollevata nel bicchiere, e se si apre la chiavetta il liquido lo spinge ad uscire per essa, questo va a battere sul platino spungioso, il quale reso incandescente ne determina l'accensione; la fiamma che ne emerge, e che dura fintanto che non chiudesi la chiavetta, serve ad accendere una candela, un pezzo di carta, od il lucignolo d'una piccola lampadina ad olio H, la quale per mezzo di una mezza ruota dentata viene spinta dirimpetto all'orifizio da cui esce il getto d'idrogeno

del platino dobbiamo por mente che il composto che si sottopone alla calcinazione è risultante dall'accozzamento di varie molecole diverse, cloro, platino, azoto ed idrogeno, e che il solo platino, fisso sotto l'azione del calore, rimane nel crogiuolo, mentre tra le sue molecole si formano tanti minutissimi vani, corrispondenti alle molecole di cloro, di idrogeno e di azoto, che il calore ha discacciate. Da ciò si comprende come i pori del platino spugnoso sieno minutissimi, regolarmente distribuiti in tutta la sua massa, e numerosissimi.

nell'atto stesso in cui la chiavetta si apre, siccome scorgesi agevolmente dalla *fig.* 54. Chiusa nuovamente la chiavetta lo sprigionamento del gas continua finchè nuovamente sia depresso il liquido oltre il livello del pezzo di zinco, talchè si può dopo breve tempo riprodurre il fenomeno dell'accensione.

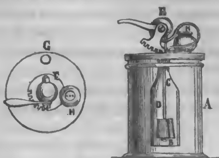


fig. 54

Il platino spungioso condensa il gas idrogeno e l'aria ad un tempo; la condensazione ravvicina i due gas per modo che ne avviene la loro combinazione. Il calore che in virtù di questa si produce fa incandescente il platino, il quale quindi per la sua alta temperatura promuove l'accensione dell'idrogeno.

§ 52. **Cannello aeridrico. Saldatura autogena.** Prima di lasciare lo studio dell'idrogeno, ci torna in acconcio di parlare di una sua applicazione, la quale ha per le arti non lieve importanza.

Nelle arti bene spesso s'impiegano recipienti di piombo formati di lastre saldate le une alle altre: la saldatura che adoperasi in tali circostanze è una lega di piombo e stagno, la quale però varia nelle proporzioni dei due metalli.

Per alcune arti la presenza dello stagno è un inconveniente di molto rilievo. Così si è osservato che nelle camere di piombo nelle quali si prepara l'acido solforico, l'erosione si manifesta prima che altrove nelle linee delle saldature, le quali sono facilmente intaccate dagli acidi che poco o nulla operano sul piombo.

La saldatura detta grassa composta di 2 di stagno e di 1 di piombo, ovvero di parti eguali dei due metalli, e la saldatura magra che risulta da 1 di stagno e 2 di piombo sarebbero prontamente corrose. Per costrurre pertanto le camere inservienti alla detta fabbricazione si ebbe ricorso allo spediente di scemare per quanto era possibile la quantità dello stagno, accrescendo per l'incontro quella del piombo. Una saldatura formata da 1 parte di stagno e 3 parti di piombo è quella che adoperasi in siffatte condizioni. L'esperienza ha però dimostrato: 1° che una simile saldatura non è esente da corrosione, perciocchè, benchè povera di stagno, tuttavia ne contiene; 2° che il piombo non può essere introdotto nella saldatura in propor-

zione maggiore; perciocchè, se così si facesse, si avrebbe una lega il cui punto di fusione sarebbe assai elevato, e poco lontano da quella del piombo puro, e che non scorrerebbe sotto il saldatore in modo conveniente. Il sig. Desbassins di Richemont in questi ultimi anni trovò modo di saldare piombo a piombo senza intermezzo di verun altro metallo col seguente procedimento. Si pongono in contatto i margini delle lastre di piombo A e B che vogliónsi saldare, avvivate col rischiararne la superficie, e sulla linea di congiungimento si appoggia ad angolo molto acuto una listerella di piombo C (*fig.* 55) anch' essa avvivata come le altre due. Su questa fassi cadere una fiamma di gas idrogeno, resa calda, più che essa non è di per sè, col farvi passare per entro una corrente d'aria; il dardo della fiamma fonde all'istante il punto della listerella di piombo su cui percuote, e la fa aderire alle due lastre su cui essa si appoggia. La saldatura può riescire tanto perfetta che quasi rimanga impercettibile il luogo che essa occupa. Per ottenere una fiamma conveniente a tal uopo, l'inventore immaginò una semplice disposizione, la quale permette d'impiegare un misto d'idrogeno e d'aria senza pericolo d'esplosione, e di proporzionare la quantità dell'aria alla quantità dell'idrogeno che adopràsi, ed al fine che si vuole conseguire. Le figure 56, 57, 58 rappresentano l'apparecchio che l'inventore chiamò *cannello aeridrico*.

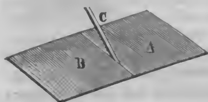


fig. 55

Nella *figura* 56 è disegnato lo spaccato del generatore del gas idrogeno. Esso è composto di due serbatoi M ed N, l'uno sovrapposto all'altro e comunicanti per mezzo del tubo *a* per modo che quando si versa acqua nel superiore M, questa pel tubo suddetto discende e riempie il serbatoio inferiore. D D D è un sepimento collocato a qualche centimetro di distanza dal fondo del serbatoio N e traforato in guisa che l'acqua possa attraversarlo: su di esso si collocano torniature di ferro, o granaglie di zinco per mezzo dell'apertura A, la quale tosto si chiude con turacciolo a vite. E, è un'apertura da cui si solleva un tubo che munito di chiavetta si ricurva quindi in basso e viene ad immergersi in *g* in uno strato d'acqua contenuto in un compartimento F appositamente disposto perchè il gaz idrogeno vi si lavi. H, è un'apertura comunicante col compartimento F: essa si connette a vite con un tubo flessibile che deve portare il gas idro-

geno al cannello. Ciò posto si comprende in qual modo operi l'apparecchio descritto. Per l'apertura A si getti una quantità di ferro e zinco sul fondo D D. Quindi si chiuda questa apertura: tengasi chiusa la chiavetta P, poscia si versi nel serbatoio superiore tanto d'acqua acidulata con acido solforico, che esso ne rimanga quasi pieno. L'aria contenuta ed imprigionata nel serbatoio inferiore impedirà che l'acqua non vi penetri, e l'apparecchio si troverà nella condizione rappresentata dalla figura. Aprasi la chiave P, la pressione che l'acqua esercita sull'aria dal basso in alto, spingerà questa ad uscirne pel tubo ascendente, a gorgogliare attraverso l'acqua del compartimento F, ed uscire per l'apertura H. Non appena l'acqua acidula è salita nel serbatoio inferiore al di sopra del fondo D D incomincia lo sprigionamento dell'idrogeno, di cui le prime porzioni escono insieme coll'aria che l'acqua ascendente spinge innanzi di sè. Si chiude allora prontamente la chiave P, continuasi frattanto lo svolgimento del gas idrogeno, il quale non trovando più libera l'uscita, si accumula nel serbatoio inferiore deprimendo l'acqua, sforzandola a risalire nel serbatoio superiore pel tubo CC. Tosto che il livello del liquido trovasi al disotto del piano occupato dallo zinco cessa ogni sprigionamento d'idrogeno, e l'apparecchio è disposto a servire al suo uso.

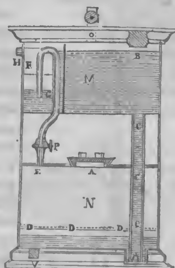


fig. 56

La figura 57 rappresenta un piccol mantice contenuto in una cassetta alta e stretta; a metterlo in azione serve il pedale P: l'aria compressa esce dall'apertura Z.

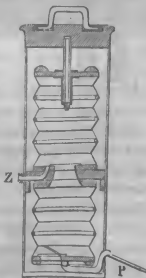


fig. 57

La figura 56 finalmente mostra lo spaccato di due tubi flessibili di gomma elastica, dei quali uno può col suo estremo L congiungersi a vite coll'apertura H del generatore; l'altro si unisce per egual maniera con l'orifizio Z del mantice. U è una chiave con cui si regola l'uscita dell'aria per modo che la quantità ne sia proporzionata alla quantità d'idrogeno da bruciarsi, ed all'effetto che vuolsi ottenere dalla fiamma di esso. N N è il cannello da cui escono l'idrogeno e l'aria; il loro miscuglio però non vi si fa che presso l'estremo *o*, che deve portare la fiamma: per ottenere questo scopo il cannello si compone di un cilindro interno comunicante col tubo che porta l'aria, e di un cilindro che gli è concentrico e lo inviluppa, serbando però una distanza conveniente sicchè ne risulti uno spazio annellare, che comunica col generatore del gas e si apre pure nell'orifizio *o*. I tubi flessibili sono assai lunghi perchè l'operaio possa liberamente trasportare la punta del cannello dove il lavoro il richiede; la figura non ne rappresenta che una piccola porzione.

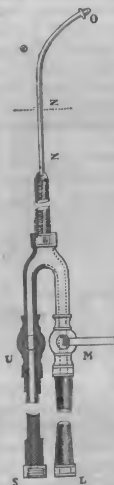


fig. 58

L'apparecchio essendo così disposto l'operaio apre la chiave M: l'idrogeno esce tosto per l'apertura *o*, ed acceso somministra una fiamma calda bensì ma insufficiente all'uopo. Affine di animarla e renderla più calda l'operaio stesso apre la chiave *n* mentre preme col piede il pedale del mantice e spinge aria: questa passa pel tubo centrale del cannello, e riesce a lanciarsi nel centro della fiamma dell'idrogeno, la quale viene perciò a prendere gran vigore, e mentre si tinge in azzurro prende la forma d'un sottile pennello. La punta del *cannello aeridrico* diviene adunque lo strumento saldatore. Col suo mezzo un abile operaio può superare grandissima difficoltà dell'arte, ed eseguire con somma prestezza ed esattezza lavori che costerebbero grave pena se eseguiti col metodo seguito generalmente nelle saldature dei metalli.

IDROGENO ED OSSIGENO.

ACQUA HO = 12.5.

§. 53. Quando prendasi rame in minuti frantumi od in tornia-tura, e postolo in un crogiuolo a larga apertura si scaldi a roventezza, se l'aria ha libero accesso al metallo lo si scorge annerirsi, perdere l'aspetto e la lucentezza sua naturale e ridursi in una sostanza facilmente polverizzabile, l'ossido di rame. Queste mutazioni sono il risultato d'una vera combustione del rame.

Poniamo ora questo ossido in un tubo *cd* di vetro poco fusibile, che collocheremo in un fornello lungo, in cui possiamo convenientemente scaldarlo (*fig.* 59). All'estremo *c* di questo tubo adattíamo una



fig. 59

bottiglia da cui si sprigioni idrogeno, ed a cui sia congiunto un tubo B piegato a modo di *u* in cui sia contenuto cloruro di calcio, corpo sommamente avido d'acqua e capace di togliere compiutamente ogni traccia d'umido che trascinasse seco l'idrogeno nel momento del suo passaggio. All'altro estremo congiungiamo un palloncino E che si tenga freddo, bagnandolo con acqua ghiacciata, ed un tubo curvo F pieno esso pure di cloruro di calcio. Stabilita la corrente di idrogeno quando si giudichi essere tutta l'aria dell'apparecchio discacciata, circondiamo il tubo contenente l' ossido di rame con carboni accesi: tostochè questo sarà portato al calore rosso, si vedrà l'ossido perdere la sua tinta nera e ripigliare il colore rosso dorato e la lucentezza metallica del rame. L'ossido adunque pel contatto dell'idrogeno perde quell'ossigeno che avea così stranamente larvati i caratteri del rame, e

questo viene ripristinato e per così dire revivificato. Questa operazione per cui un ossido vien privato dell'ossigeno chiamasi *riduzione*. L'idrogeno adunque possiede un considerevole potere riducente. Frattanto se vogliasi sapere dove sia stato trasportato l'ossigeno, si osservi il pallone E, e si vedrà che esso contiene dell'acqua. Nella riduzione adunque del rame, l'idrogeno si è impadronito dell'ossigeno che era fisso sul metallo, e con esso ha formato acqua.

Supponendo che l'operazione si conduca con tutte le precauzioni opportune, e che si pesino il pallone E ed il tubo F prima e dopo l'esperimento, che il rame fosse compiutamente ossidato e se ne fossero introdotte nel tubo 496 gramme, si troverà che il pallone ed il tubo F hanno complessivamente preso un incremento di peso di 112,5, che rappresentano l'acqua prodotta: che la quantità d'idrogeno impiegato per la riduzione sarà 12,5, e si troveranno per residuo 396 gramme di rame metallico. La perdita sarebbe adunque di 100 gr. di ossigeno, le quali si sarebbero combinate con 12, d'idrogeno per comporre l'acqua raccoltasi nel pallone.

Questo fatto ci prova adunque che l'acqua è composta d'idrogeno e d'ossigeno, ed inoltre che questi suoi componenti sono nel rapporto di 12, 5 del primo a 100 del secondo. Ora se ricordiamo che un litro di ossigeno pesa gr. 1,429, ed un litro d'idrogeno pesa 0,089, conchiuderemo per via di un semplice calcolo che l'acqua si compone da un volume d'ossigeno e due volumi d'idrogeno (1).

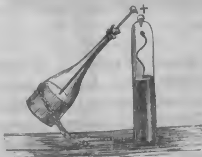


fig. 60

Questa relazione di volume tra i due gas che compongono l'acqua si dimostra chiaramente col mezzo della sintesi e dell'analisi. Per un esperimento sintetico adoperasi un cilindro di vetro (*fig.* 60), in cui si introducono i due gas che attraversati quindi da una scintilla elettrica vi si combinano. Si riempisca di mercurio e si capovolga sopra un recipiente pieno dello stesso metallo un tubo di vetro, alla cui parte superiore sia fisso un bottoncino di platino il quale s' innoltri attraverso alle pareti di vetro di alcuni millimetri nell' interno del tubo: in questo si introducano l' idrogeno e l' ossigeno, poscia per entro al mercurio che in esso è

(1) 100 (peso dell'ossigeno) : 12,5 (peso dell' idrogeno) : : 1,429 (peso di 1 litro di ossigeno) : 0,176 (peso di 2 litri d'idrogeno, ossia 0,089 × 2).

contenuto si spinga entro al tubo ed a poca distanza dal bottoncino, però senza che lo tocchi, un filo di ferro o platino munito di una capocchia arrotondata. Si approssimi al tubo una bottiglia di Leida carica di elettricità, facendo in modo che l'asta che porta il fluido positivo venga a toccare il bottoncino, e l'armatura esterna della bottiglia medesima, la quale porta il fluido negativo, col mezzo di una catena metallica si ponga in contatto col mercurio del bagno e per esso col filo. Le due elettricità poste per tal guisa in presenza reciproca si satureranno entro il tubo; la scintilla attraverserà il misto d'idrogeno e d'ossigeno e ne determinerà l'accensione; ora l'esperienza dimostra che se il misto gasoso si componga di due volumi d'idrogeno e di un volume d'ossigeno, l'azione dell'elettricità ne determina lo scomparimento intiero; che se invece esso risulta da due volumi d'idrogeno e due d'ossigeno, rimane nel tubo come residuo un volume d'ossigeno; e se si adopera un misto di tre volumi d'idrogeno ed uno di ossigeno, ottiensi dopo l'azione della scintilla un residuo di un volume d'idrogeno. Egli è adunque provato per via di questo sperimento che la relazione di volume tra l'ossigeno e l'idrogeno nell'acqua è rigorosamente di un volume del primo e due del secondo. Il tubo in cui si eseguisce quest'esperimento chiamasi un *eudiometro*.

Lo sperimento analitico consiste nel fare attraversare l'acqua da una corrente elettrica mossa da una pila od elettromotore. La *fig.* 61 rappresenta un apparecchio acconcio a tal uopo. Al fondo del bicchiere stanno infissi due fili di platino, i quali vengono a poca distanza l'uno dall'altro e quindi si curvano in alto. Il bicchiere è pieno d'acqua ed in esso si tuffano due campanelle di vetro piene d'acqua esse pure, ciascuna delle quali abbraccia col suo orifizio uno dei due fili metallici. Le cose essendo disposte in tal guisa si pongono i due fili in comunicazione coi poli d'una pila: tosto la decomposizione dell'acqua comincia e si manifesta per un numero considerevole di bollicine gasose le quali si svolgono intorno a ciascuno dei due fili, ed ascendono entro la campanella che vi

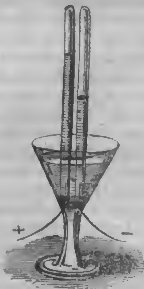


fig. 61

è sovrapposta. L'idrogeno si porta dal lato del filo comunicante col polo negativo, e l'ossigeno dal lato del filo che comunica col polo positivo. Osservando l'andamento dell'operazione si scorge di leggeri che lo sprigionamento dell' idrogeno è assai più attivo che non è quello dell'ossigeno, e che a qualunque punto si arresti la decomposizione dell' acqua interrompendo il passaggio dell' elettrico, se misuransi i due gas, trovasi che il volume del primo è doppio esattamente del volume del secondo.

L'acqua siccome sostanza universalmente sparsa nella natura, che ha gran parte nella produzione dei fenomeni dei corpi inorganici ed organici, e che nelle arti e nella vita comune è d'uso quotidiano, merita uno studio affatto speciale, che noi faremo quanto più sarà possibile breve, ed insieme compiuto.

§ 54. — L'acqua che s'incontra nella natura è ben lontana dall'essere puro composto d'idrogeno e d'ossigeno. Molti materiali d'origine inorganica ed organica vi si trovano sciolti, e le comunicano proprietà le quali ben sovente ne accrescono notevolmente il valore, e talvolta debbono considerarsi siccome impurità che più o meno s'oppongono ad alcuni usi ai quali essa si destina.

L'origine delle acque dei fiumi e dei torrenti, la natura dei terreni pei quali esse scavano i loro letti, ci spiegano come esse sieno lontane dalla purezza. Nello scaturire dal seno della terra le acque trovansi a contatto di terreni che possiedono materiali solubili e se ne impadroniscono; e materiali solubili incontrano le acque piovane e le nevi cadenti sulle montagne, e li sciolgono; le acque poi che dilavano i terreni coltivati e le foreste vi trovano molti prodotti solubili d'origine vegetale ed animale.

Le acque più pure, che la natura presenti, sono quelle delle ghiacciaie, e quelle che scorrono sui terreni silicei, i quali per loro natura sono dotati di ben poca solubilità. Pertanto non è meraviglia se non tutte le acque che attraversano un paese sieno egualmente atte ad attivare la vegetazione: la pratica, prima ancora che la scienza spandesse su questo particolare i suoi lumi, avea già fatto conoscere questa verità. A ragione distinguono gli agricoltori le acque grasse e le magre, le prime fertilizzanti, le seconde per l'incontro apportatrici di sterilità. La ragione è questa: le piante prendono dall'acqua che le irriga non solo quell'umidore che le fa vegetare rigogliose, ma i materiali altresì d'origine inorganica che loro sono necessarii per prosperare. Le acque magre non solo non sono in grado di fornire loro questi materiali, ma poichè povere di sostanze sciolte, sono atte ad impadro-

nirsi di quanto incontrano di solubile nei terreni che percorrono. Un' acqua, magra al suo nascere, diventerà ottima per l'irrigazione se venga nel suo corso a lambire un terreno che le fornisca i materiali accennati.

Chiamansi *acque potabili* quelle che non tengono in soluzione che piccole quantità di materiali, specialmente salini, e perciò riescono salubri come bevanda, e facilmente vengono sopportate dal ventricolo. Chiamansi per l'incontro *acque crude* quelle che molto ricche di sali, e specialmente di carbonato e solfato di calce, si digeriscono difficilmente.

Chiamansi *acque minerali* in genere quelle che scaturiscono dal seno della terra ricche di materiali sciolti, i quali loro comunicano un'azione più o meno pronunciata sull'economia animale, e virtù medicatrici acconce alla cura di particolari infermità. Nel novero loro ve ne hanno alcune che sgorgano dotate d'una temperatura superiore alla media del suolo e chiamansi *acque termali*. Il Piemonte e la Savoia abbondano d'acque minerali preziose per le loro virtù. Alcune di esse erano già conosciute dai Romani, i quali le tenevano in grandissimo conto (Acqui, Courmayeur, ecc.). Altre si conoscono solo da poco tempo e vennero a prestare nuovi soccorsi all'arte medica, che in essa trova efficacissimi sussidii (Challes in Savoia, e Castelnuovo d'Asti). Fu un tempo in cui nella virtù medicinale d'un' acqua minerale scorgevasi l'effetto d'una forza occulta, misteriosa. La chimica colle sue pazienti indagini giunse a conoscere d'onde esse derivassero la loro efficacia, e quel che più monta ad imitare la loro composizione. La fabbricazione delle acque minerali è un'arte di fresco nata, da cui però l'uomo ricavò già grandissimi benefizii. A suo tempo diremo alcuna cosa di questo ramo d'industria chimica.

§. 55. Le arti, tuttochè per alcuni loro lavori possano valersi di qualunque siasi acqua, per lo più esigono che essa sia poco carica di materiali solubili, e più che è possibile vicina alla purezza; imperciocchè i sali che essa racchiude, ben sovente producono reazioni dalle quali può rendersi meno perfetto il risultamento d'una operazione. Egli giova pertanto fin d'ora dare alcuni caratteri empirici, col mezzo dei quali si possa conoscere la presenza delle sostanze straniere, che più frequentemente incontransi nell'acqua.

Se versando nell'acqua una soluzione d'ossalato d'ammoniaca vi si produce un precipitato bianco polveroso (ossalato di calce) è segno che essa contiene calce. Se il nitrato di barite produce nell'acqua

un precipitato bianco polveroso, pesante ed insolubile negli acidi (solfato di barite) è segno della presenza di solfati solubili. Quando il nitrato d'argento produca nell'acqua un precipitato bianco (cloruro d'argento), che coll'agitazione si rappigli in fiocchi come il latte coagulato, e presto si deponga in fondo del vaso, ed alla luce si copra di tinta nerastra, e coll' addizione di ammoniaca liquida interamente si sciolga, è segno che l' acqua contiene cloruri solubili.

Se l'acqua s'intorbida colla bollizione, sarà segno che essa contiene bicarbonato di calce, il quale colla bollizione perdendo l'eccedenza d'acido carbonico, si converte in carbonato neutro insolubile. In un' acqua che contenga o solfati o carbonati sciolti, o gli uni e gli altri ad un tempo, l'acetato di piombo produce un precipitato bianco di carbonato o di solfato di piombo, o d'ambidue.

In un'acqua che contenga sciolta ragguardevole copia di sali solubili di calce o di magnesia, una soluzione di sapone produce un precipitato insolubile di margarato ed oleato di calce o di magnesia, o d'ambidue se sono presenti le due basi.

Un'acqua che contenga bicarbonato di calce, od acido carbonico libero, si intorbida col mezzo dell'addizione d'acqua di calce, la quale vi produce carbonato di calce neutro insolubile, e converte in carbonato neutro il bicarbonato di calce.

Il carbonato di potassa produce un precipitato nell'acqua contenente sali solubili di calce o di magnesia.

L'acqua ricca di sali calcari non è atta alla cottura dei legumi, i quali vi acquistano una durezza cui non perdono neanche per lunga bollitura. La cagione di ciò sta nella proprietà della calce di formare composti insolubili coi materiali organici dei legumi. A correggere un'acqua così fatta, e renderla atta a cuocere i legumi, giova aggiungervi alquanto carbonato di soda o di potassa; la calce è allora tutta precipitata, ed ai sali calcari si sostituiscono sali di soda o di potassa, pei quali non si induriscono le materie organiche contenute nei legumi (1).

(1) È uso comune il procurare la facile cottura dei legumi (ceci, fagiuoli ecc.) preparando l'acqua in cui essi vogliono cuocersi, col tenervi immerso per qualche tempo un sacchetto di tela fitta, in cui si pone alcun poco di ceneri di legno. Questa pratica riesce facile a comprendersi, se si considera che le ceneri contengono carbonato di potassa, che sciogliesi nell'acqua, e precipita la calce allo stato di carbonato insolubile.

L'acqua che tiene aria in soluzione s'intorbida, e dà un precipitato rosso bruno, quando vi si aggiunga una soluzione di solfato di protossido di ferro, il quale per l'azione dell'ossigeno si muta in un solfato basico di sesquiossido di ferro insolubile.

Si riconosce la presenza dell'aria o di altro gas sciolto nell'acqua portando questa a temperatura alquanto elevata; il corpo gasoso si sprigiona dal seno del liquido sotto forma di bollicine, le quali si sollevano e vengono a rompersi alla sua superficie.

Per riconoscere la natura del gas che così si sviluppa dall'acqua, è d'uopo raccoglierlo, per sottoporlo a procedimenti analitici. Per tale oggetto adoperasi convenientemente l'apparecchio indicato alla *fig.* 62. Si empie dell'acqua da esplorarsi un pallone a cui si adatta



fig. 62

un tubo abduttore che si riempie pure d'acqua, ed il cui estremo ricurvo si introduce in una campanella piena di mercurio e capovolta su d'un bagno di questo stesso metallo. Scaldasi il pallone tal che l'acqua che vi è contenuta vi si porti alla bollizione: l'aria e gli altri gas che si svolgono, vengono a raccogliersi nella campanella sopra il mercurio, e possono quindi sottoporsi ad esame analitico.

Oltre alle sostanze straniere già indicate, le acque contengono per lo più dei nitrati: questi più abbondantemente si incontrano nelle acque che scaturiscono dal suolo in vicinanza degli abitati, nelle grandi città ecc., e sono dovuti particolarmente alla decomposizione delle sostanze organiche animali che in tali luoghi si accumulano.

Finalmente le acque contengono per lo più sostanze organiche sciolte che esse tolgono ai terreni pei quali scorrono. È facile il riconoscerne la presenza evaporando una sufficiente quantità d'acqua, fino ad ottenerne allo stato di siccità le materie fisse che essa teneva in soluzione, aggiungendo a queste qualche gocciola d'acido solforico, e scaldandole: l'annerimento loro indica la presenza di materiali d'origine organica.

§. 56. **Crosta delle caldaie.** Allorquando si sottopone alla evaporazione l'acqua comune dei fiumi o delle sorgenti, i sali che vi stavano sciolti si precipitano, o perchè si decompongono, e perdono della loro solubilità (il bicarbonato di calce che cangiasi in carbonato neutro), o perchè viene a mancare la quantità d'acqua sufficiente per tenerli sciolti (cloruro di sodio, solfato di calce ecc.). Egli è a questi sali che si depongono che debbesi attribuire quella crosta che osservasi formarsi nelle caldaie delle macchine a vapore, la quale può prendere durezza e spessezza considerevoli, e diventa talvolta cagione di miserevoli accidenti. Difatto la crosta salina così formata è poco conduttrice del calore, ed isola in certo modo l'acqua dalla parete metallica, la quale essendo in contatto colla fiamma, e non disperdendo il suo calore nella massa dell'acqua, vien talvolta portata a temperatura troppo più elevata che non si debba, e perdendo di sua forza per rammollimento o chimica alterazione, cede alla spinta del vapore e si rompe.

Affine di ovviare a siffatti inconvenienti egli è necessario o di togliere la crosta allorquando essa è già pervenuta ad un certo grado di spessezza, ovvero impedire che essa si formi.

Per togliere l'incrostazione che formasi nelle caldaie a vapore, nelle quali un operaio può entrare, usansi talvolta mezzi meccanici, come un raschiatoio, uno scalpello ecc.—Quando ciò non è possibile si ricorre a mezzi chimici. La crosta salina essendo principalmente formata da carbonato di calce, sarà facile il distruggerla lavando l'interno della caldaia con acido cloridrico od acido acetico: gli altri sali non solubili verranno pur essi distaccati tolto essendo il carbonato di calce ad essi frammisto, che li tiene a guisa di cemento.

I mezzi meccanici e chimici possono nuocere alla caldaia ledendone la integrità delle pareti. Si cercò di evitarne l'uso adoperando per modo da impedire la formazione dell' incrostazione piuttosto che distruggerla quando è di già formata.

Un operaio avendo per caso obbliate delle patate in una caldaia

in cui le avea introdotte per cuocerle, trovò dopo più giorni di lavoro che esse eransi ridotte in una poltiglia, e che inoltre non erasi fatta crosta veruna aderente alla caldaia, ma sì una posatura non addensata, facile a togliersi compiutamente colle lavature.

Esperienze posteriori vennero a dimostrare che allo stesso fine giova introdurre nella caldaia o crusca, od argilla, od altro corpo che non s'agglutini, anzi le cui particelle s'intromettano tra quelle dei sali che si depongono per l'evaporazione dell'acqua, e ne impediscano l'addensamento.

Nel Belgio alcuni usano spalmare la superficie interna delle caldaie col bitume del gaz: questa pratica forse non impedisce compiutamente la formazione dell'incrostazione, ma certamente deve avere per effetto di opporsi a che essa troppo solidamente aderisca alle pareti della caldaia.

Kuhlmann trovò che il carbonato di soda aggiunto in piccola quantità all'acqua impedisce la formazione della crosta di cui discorriamo. Questo sale deve produrre una pronta precipitazione di carbonato di calce: la posatura fatta rapidamente non ha tempo per prendere quella solidità che acquista se lentamente si formi per l'evaporazione dell'acqua. I sali ammoniacali, quali sono il cloridrato, il nitrato, l'acetato d'ammoniaca vennero pure utilmente adoperati, siccome quelli che per ragioni che verranno esposte a tempo opportuno decompongono i sali calcari, e convertono la calce in sali solubilissimi i quali più non si precipitano (1).

§. 57. **Acqua pura.** Il chimico nelle sue operazioni ha bisogno d'acqua pura. Egli se la procura col mezzo della distillazione. L'apparecchio di cui ci serviamo per tale oggetto ha per lo più la disposizione rappresentata dalla *fig.* 63. Esso si compone di un vaso evaporatore detto *allambicco*, e di un apparecchio refrigeratore. L'allambicco si compone di una caldaia A disposta su d'un focolare costrutto in modo che la fiamma ne investa tutto il ventre ed uniformemente la riscaldi. B è il coperchio o *capitello* che si adatta

(1) Molti altri mezzi vennero proposti ed impiegati al fine di cui discorriamo, e trovansi registrati nelle opere e nei giornali tecnologici, ai quali perciò rimandiamo il lettore che abbia vaghezza di conoscerli. Non tralascieremo di osservare che nelle machine locomotive raramente si forma incrostazione, sibbene una posatura non dotata di coesione: la cagione ne è la continua agitazione delle machine, la quale non concede alle molecole precipitantisi di agglutinarsi e rassodarsi in una massa compatta.

esattamente alla bocca della caldaia in *m n*; dal centro della sua volta parte un tubo *b c*, il quale si congiunge a fregamento con un tubo a spirale *d a* chiamato *serpentino*, contenuto in una vasca *p q r s* piena d'acqua fredda; *t* è un'apertura munita di coperchio a vite col cui mezzo si introduce l'acqua da distillarsi entro il ventre della caldaia. T T', è un tubo che apresi alla parte inferiore della vasca in cui sta immerso il serpentino: esso è munito di un'imbuto alla sua parte

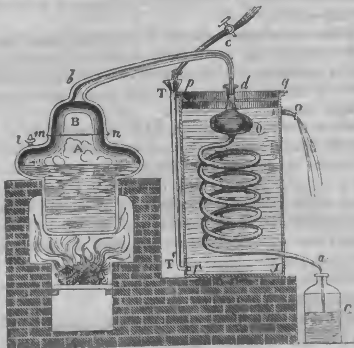


fig. 63

superiore e riceve una corrente continua d'acqua fredda. O, è un tubo aperto al livello dell'acqua della vasca, e presso all'orlo di questa: esso serve all'uscita dell'acqua a misura che se ne versa nel tubo TT'. Questo apparecchio ci rappresenta in grande e con diversa forma quello della fig. 27, § 22.

L'acqua si porta alla bollizione per l'azione del fuoco che circonda la caldaia: il vapore percorrendo il tubo *b c* viene ad immettersi nel serpentino e quivi trovandosi in contatto di pareti raffreddate dall'acqua della vasca, si condensa, e ritorna alla liquidità: l'acqua distillata si raccoglie in una bottiglia c sottoposta all'orifizio inferiore del serpentino *a*.

Si dà un'inclinazione notevole al tubo *b c* affinchè gli spruzzi dell'acqua bollente, che venissero lanciati dal vapore sprigionantesi con violenza, non vadano a mescolarsi coll'acqua che distilla, ma cadendo entro esso tubo vengano per suo mezzo ricondotti nella caldaia. È opportuna l'introduzione dell'acqua fredda per la parte inferiore della vasca per mezzo del tubo T T' affinchè il vapore incontri pareti sempre più raffreddate a misura che si raffredda esso stesso procedendo dall'alto in basso pel serpentino. L'acqua calda della vasca, che si elimina pel tubo O può convenientemente raccogliersi, ed introdursi nell'allambicco per essere distillata a sua volta: così si può fare notevole risparmio di combustibile.

L'acqua distillata se è pura non produce precipitato veruno coi reagenti che abbiamo più sopra accennati siccome quelli che svelano i materiali stranieri che incontransi nell'acqua ordinaria: inoltre evaporata anche in gran copia non lascia verun residuo.

Si comprende facilmente come il procedimento della distillazione siasi proposto ed applicato a rendere potabile l'acqua del mare; così ottenuta l'acqua è bevanda salubre, e può soccorrere ai bisogni dei naviganti; essa però non tiene sciolti nè materiali salini, nè aria, e questa e quelli molto conferiscono a rendere l'acqua utile all'uomo come bevanda. Quindi più dell'acqua distillata torna giovevole quella d'una sorgente o d'un fiume, quando la quantità di sali e di materie grasse che essa contiene è ristretta entro certi limiti.

L'acqua di pioggia e l'acqua proveniente dallo squagliarsi della neve s'avvicinano per la purezza all'acqua distillata: in fatti la pioggia e la neve si producono per un vero procedimento di distillazione. L'acqua di pioggia però contiene spesso nitrato d'ammoniaca, la cui origine debbesi ricercare nelle esalazioni ammoniacali che si sollevano dalle materie animali che si putrefanno alla superficie della terra, ed alla formazione dell'acido nitrico sotto l'azione delle scariche elettriche che accompagnano i temporali. L'acqua di pioggia e quella di neve contengono, benchè in piccola quantità, sostanze straniere le quali sospese nell'aria vengono da esse trascinate e costituiscono il così detto *limo atmosferico*.

§ 58. **Stati dell'acqua.** L'acqua può presentarsi sotto tre stati diversi; essa può essere solida, o liquida, o gasosa, e questi suoi stati dipendono dalla temperatura a cui essa è assoggettata. Al dissotto dello 0 essa è solida, dallo 0 a + 100° essa si mantiene liquida; a + 100° essa fassi gasosa (si converte in vapori).

L'acqua solidificata per raffreddamento chiamasi *ghiaccio*: essa si presenta talvolta amorfa, talvolta con forme regolari e geometriche, quali si osservano nella neve, nella brina; essa è adunque come molti altri corpi liquidi capace di cristallizzazione.

Quando si scalda un recipiente contenente ghiaccio pesto in cui sia immerso un termometro, si osserva che dacchè comincia lo squagliamento, la colonna termometrica si sta stazionaria allo 0 fino a che il ghiaccio siasi tutto fatto liquido, al qual punto il termometro ascende ed indica che la temperatura del liquido va crescendo. L'atto dello struggersi del ghiaccio esige adunque una quantità di calore, che lo penetra e ne toglie la solidità, ma non si fa sensibile al termometro: questo calore assorbito dal ghiaccio, pel fatto del suo passaggio alla liquidità, dicesi *calorico latente*.

L'assorbimento di calore nell'atto della liquefazione del ghiaccio si rende più manifesto nel modo seguente. Se mescoliamo un chilogramma d'acqua a 0 con un chilogramma di acqua a+79 avremo due chilogrammi d'acqua che avranno una temperatura di $^{79}/_{2}=39,5$ (1).

(1) Abbiamo detto che mescolando un chilogramma d'acqua a 0 con un chilogramma d'acqua a + 79 abbiamo due chilogrammi d'acqua a + 39,5 ossia $\frac{79}{2}$. Parimenti se prendiamo un chilogramma d'acqua a + 100 e lo mescoliamo con un chilogramma d'acqua a 0 otteniamo due chilogrammi d'acqua i quali hanno una temperatura media di $+50=\frac{100}{2}$. — In generale trattandosi di miscugli di quantità diverse d'uno stesso liquido a varie temperature, la temperatura del miscuglio sarà espressa colla semplice formola

$$T=\frac{(P\times t)+(p'\times t')+(p''\times t'')\text{ ecc.}}{p+p'+p''\text{ ecc.}}$$

in cui p p' p'' sono i pesi diversi, t t' t'' sono le temperature corrispondenti e T la temperatura del miscuglio, la quale si troverà, facendo i prodotti dei pesi per le loro corrispondenti temperature, sommandoli e dividendo la somma ottenuta per la somma dei pesi. Supponiamo un caso semplicissimo; che si mescolino cioè due pesi d'acqua, dei quali uno di 150 grammi a temperatura di+75°, l'altro di 3000 grammi a temperatura di+27°, la temperatura del miscuglio si troverà sostituendo alle lettere i numeri dati della formola generica

$$T=\frac{(p\times t)+(p'\times t')}{p+p'}$$

la quale si convertirà in

$$\frac{(150\times 75)+(3000\times 27)}{150+3000}=\frac{11250+81000}{3150}=\frac{92250}{3150}=29,27.$$

Se invece noi prendiamo un chilogramma di ghiaccio a 0, ed un chilogramma d'acqua a + 79 otterremo dopo lo squagliamento del ghiaccio due chilogrammi d'acqua a 0: quei 79 gradi di calore non si perdettero però, essi non sono più sensibili al termometro, ma vennero impiegati a dare al ghiaccio la liquidità. In generale la fusione dei corpi solidi esige sempre una quantità di calore che rendesi insensibile al termometro ed ai nostri sensi, che è cagione del nuovo stato a cui vien portato il solido, e vi sta in una specie di combinazione, e dicesi calorico latente.

§ 59. **Dilatazione dell'acqua per l'azione del calore.** Allorquando si eleva la temperatura dell'acqua il suo volume si accresce, talchè essa viene ad occupare uno spazio maggiore di quello che occupava prima del riscaldamento. Abbiasi un palloncino di vetro (fig. 64) di collo lungo e stretto e pieno d' acqua fino al segno T alla temperatura ordinaria, e si ponga sulla fiamma una lampada a spirito, o sopra un fuoco di carboni; non si tosto il calore invaderà la massa del liquido, si vedrà questo salire sopra il segno T, ed innalzarsi vieppiù a misura che la sua temperatura si accresce. Se si cessa dal riscaldamento e si abbandona il palloncino a lento raffreddamento la colonna liquida si abbasserà gradatamente finchè ritorni al segno T. Consegue da ciò che il volume che occupa un liquido è subordinato alla sua temperatura, per modo che la stessa quantità che occupa a 0 un volume determinato di un litro, portato per esempio a + 50 gradi occuperà uno spazio maggiore.



fig. 64

Conseguentemente se si misurano volumi eguali d'acqua a diverse temperature, i pesi loro saranno differenti, e minore sarà quella dell'acqua la cui temperatura è più elevata.

Qui però è d'uopo che accenniamo ad un fatto il quale è assai singolare, e degno d'essere conosciuto. Si prendano volumi eguali d'acqua a diverse temperature sempre decrescenti cominciando da quella di + 100°, e si pesino successivamente: si troverà che i loro pesi vanno sempre crescendo a misura che scema la temperatura: che però quando si giunge alla temperatura di + 4° sopra lo zero, il peso a vece di crescere ancora presenta una diminuzione, la quale si fa sempre più manifesta quanto più l'acqua si avvicina al punto del suo

congelamento; alla temperatura adunque di $+4^{o}$, l'acqua è al massimo grado di restringimento, e sotto un volume determinato contiene la massima quantità di materia; essa dicesi allora al *massimo suo condensamento*. Un centimetro cubo d'acqua distillata, a questa temperatura, pesa esattamente 1 gramma, ed è l'unità di peso di cui ora generalmente ci serviamo negli usi comuni e nelle arti.

§ **60.—Diffusione del calore nei liquidi.** Quando un liquido contenuto in un vaso venga a riscaldarsi in un punto isolato della sua massa, la parte riscaldata si troverà più leggera che quella che non lo è, e tenderà ad occupare la regione più elevata, come l'olio più leggero dell'acqua tende sempre a galleggiarvi sopra. Il matraccio della *fig.* 65, contiene acqua fredda in cui s'introdussero frantumi di succino; si applichi alla parte inferiore di esso la fiamma d'una lampada: appena il calore si sarà diffuso in una porzione del liquido, si vedranno i corpicini prendere un movimento ascensionale: ma giunti alla parte superiore del liquido essi discenderanno nuovamente verso il fondo del vaso, trascinati dall' acqua non ancora riscaldata, la quale come più grave viene a sostituirsi a quella che ascese, per riscaldarsi a sua volta ed ascendere anch'essa; egli è per via di questo movimento molecolare che il calore applicato al fondo d'un recipiente che contenga un liquido si propaga e si diffonde regolarmente, talchè la temperatura ne riesce finalmente uniforme.


fig. 65

Se invece di applicare il calore alla parte inferiore del liquido lo si applica alla parte superiore, quel movimento non si produce: l'acqua riscaldata, perchè più leggera, conserva il suo posto alla parte suprema del vaso.

Si prenda un tubo di vetro (fig. 66) e si riempisca d'acqua, poscia tenendolo leggermente inclinato si scaldi sulla fiamma d'una lampada a spirito la parte superiore della colonna liquida; si potrà ottenere la bollizione là dove batte


fig. 66

la fiamma, senza che l'acqua che sta nel fondo del tubo venga a scaldarsi sensibilmente.

Ogni qual volta adunque si voglia riscaldare uniformemente l'acqua od un liquido qualunque, il calore dovrà essere applicato verso la parte inferiore del recipiente, e non alla sua parte superiore.

Un'applicazione di questi principii trovasi nel *termosifone* così utilmente adoperato pel riscaldamento delle serre, delle abitazioni ecc. La fig. 67 presenta abbozzato un modello di così fatto apparecchio. A è una caldaia collocata su d'un focolare; alla parte superiore di essa, si eleva il tubo R, F, C che s'innalza dapprima verticalmente, quindi ridiscende, e dopo molti giri viene ad aprirsi alla parte inferiore della caldaia a livello del suo fondo. Il calore dilata l'acqua della caldaia, la quale ascende pel tubo verticale, mentre l'acqua freddata nel tubo discendente le sottentra, per riscaldarsi essa pure ed ascendere a sua volta.

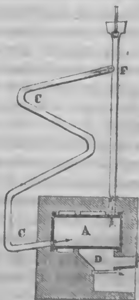


fig. 67

Suppongasi che la caldaia sia collocata nei sotterranei d'una casa, ed il tubo verticale ascenda fino al piano superiore di questa, e di là dividendosi in vari rami venga a percorrere, discendendo, i varii piani della casa, ed a scorrere lungo le pareti delle sue camere; si comprende facilmente come quell'acqua riscaldata diventi veicolo di calore, che verrà trasportato nelle camere in cui scorrono i tubi discendenti, e si impiegherà al riscaldamento dell'aria in esse contenuta. Quando l'acqua giungerà nuovamente alla caldaia essa avrà già perduto molto della sua temperatura; ma nuovamente riscaldandosi ritornerà ad ascendere ed a farsi nuovamente veicolo di calore. La valvola che si trova alla parte superiore del tubo verticale è destinata ad impedire, aprendosi, che le pareti dell'apparecchio si rompano, quando l'acqua troppo si dilati per azione del calore.

§. 61. **Calore latente del vapore.** Riscaldando gradatamente del-

l'acqua, osservasi che v'ha un punto in cui essa entra in violenta agitazione: numerose bolle come di corpo gasoso si sollevano dal fondo del recipiente, e vengono, agitandola a rompersi alla sua parte superiore; questo fenomeno chiamasi *bollizione*. Contemporaneamente il termometro immerso in essa segna la temperatura di +100°, e rimane stazionario per quanto violento calore si impieghi pel riscaldamento. Se immergasi il termometro nel vapore, si troverà che la temperatura di questo non è nè più nè meno che +100°, quella cioè dell'acqua bollente.

Sembrerebbe a prima giunta che l'acqua nel convertirsi in vapori non prenda più di calore che quanto è necessario per elevarne la temperatura a+100°, od in altri termini che la quantità di calore contenuta per esempio in 1000 grammi d'acqua allo stato di vapore, non sia nè più nè meno che quella di 1000 grammi d'acqua liquida e bollente.

La cosa tuttavia non è così. Infatti supponiamo che prendansi 1000 grammi d'acqua liquida a +100° e si mescolino con 5500 grammi d'acqua liquida a 0. Si avrà un miscuglio il cui peso sarà 6500 grammi, e la cui temperatura sarà di 15,4 (*vedi pag.* 106 *nota*). Se invece noi prendiamo 1000 grammi d' acqua vaporosa a 100° e la mescoliamo con 5500 grammi d'acqua liquida a 0, otteniamo 6500 grammi d'acqua liquida la cui temperatura è di +100°.

L'esperimento si eseguisce facilmente coll'apparecchio disegnato alla fig. 68; nel pallone A pongansi 1000 grammi d'acqua a+100°



fig. 68

nella bottiglia B pongansi 5500 grammi d'acqua a 0. Poi col mezzo del calore si faccia per modo che tutta l'acqua evaporandosi dal primo vaso venga a condensarsi nel secondo: al fine dell'operazione, quando cioè tutta l'acqua del pallone A sarà passata in B, troverassi che questo contiene 6500 grammi d'acqua liquida, e segnanti +100° al termometro. Conchiudiamo che i 1000 grammi d'acqua del pallone A convertiti in vapore, oltre i loro 100 gradi (sensibili al termometro e che conservarono condensandosi), contenevano tanto di calore da elevare 5500 grammi d'acqua da 0 a +100 ossia 550 gradi, i quali non erano sensibili al termometro, ma vi esistevano allo stato latente, nè si mostrarono che allorquando essi 1000 grammi d'acqua passarono dallo stato gasoso allo stato di liquidità; diremo adunque che il vapore d'acqua ha una quantità di calore che è di 650 gradi, dei quali 100 sensibili, 550 latenti e non sensibili.

Il vapore può adunque adoperarsi come veicolo di calore, e come tale esso presta veramente grandi servigi all'industria.

Si abbia infatti una vasca od altro recipiente, in cui contengasi acqua che vogliasi riscaldare ad un grado determinato; basterà condurvi entro un tubo comunicante con una caldaia o generatore, e spingervi vapore finchè abbiasi ottenuto il voluto riscaldamento. I tintori, i fabbricanti di candele steariche, i fabbricanti di carta, i filatori di seta ecc. servonsi quotidianamente del vapore per questo fine.

I vantaggi di questo modo di riscaldamento sono facili a comprendersi.

1° Una sola caldaia può servire al riscaldamento dell'acqua di molti recipienti, bastando per ciò che il tubo che porta il vapore si dirami ad essi, e possa aprirvisi e chiudersi col mezzo di chiavette. Così a molti fuochi, i quali si esigerebbero nel metodo ordinario di riscaldamento, se ne sostituisce un solo: così si limita la perdita di calore che ogni focolare cagionerebbe pel riscaldamento delle sue pareti ecc.

2° Col mezzo del vapore si ottiene, più facilmente che col riscaldamento diretto, una temperatura voluta, bastando per ciò lasciar che giunga il vapore fino al punto che il liquido riscaldato segni al termometro il grado che corrisponde ad essa temperatura.

3° È più facile col vapore che non col riscaldamento diretto mantenere nell'acqua d'un recipiente una temperatura costante; basta infatti a tal fine aprire la chiave che porta il vapore a misura che la temperatura del liquido si abbassa.

4° Si può col vapore portare anche alla bollizione l'acqua contenuta in recipienti non suscettibili di riscaldamento diretto, per cagione d'esempio le tinozze di legno, e quelle che si costruggono in muratura.

5° Coll'uso del vapore un solo operaio che dirige il fuoco della caldaia fa le veci dei molti i quali dovrebbero far lo stesso ufficio per tanti fuochi quanti sono i recipienti da riscaldarsi: esso procurerà perciò semplificazione nel lavoro, ed economia nel personale addetto ad uno stabilimento.

6° Per la facilità con cui il vapore può condursi a qualunque punto d'un opificio, il suo impiego facilita di molto la regolare e conveniente disposizione degli apparecchi.

La sostituzione adunque del vapore al riscaldamento diretto è cosa da consigliarsi, sempre che condizioni particolari non vi si oppongano.

§. 62. **Miscugli frigorifici.** Il passaggio d'un corpo liquido allo stato gasoso esige una quantità di calore che rendasi latente. Similmente il passaggio d'un corpo dallo stato di solidità a quello di liquidità rende latente una quantità determinata di calore che s'impiega nel produrre il cangiamento di stato.

Abbiamo già detto che un chilogramma di ghiaccio a 0, per convertirsi in un chilogramma d'acqua liquida a 0, richiede il miscuglio di 1 chilogramma d'acqua a+79°, ossia tanto di calore quanto richiedesi per portare un chilogramma d'acqua da 0 a+79.

Se noi possiamo fare in modo che il ghiaccio spontaneamente si liquefaccia senza che s'impieghi per ciò riscaldamento veruno, egli è chiaro che nel liquido ottenuto dobbiamo avere un corpo avido di calore. Egli è appunto ciò che addiviene nei miscugli frigorifici.

Questi consistono sempre in mescolanze di corpi o tutti solidi, o liquidi e solidi, i quali pel loro contatto reciproco rapidamente si liquefanno. Così se si fa una mescolanza di sale e di ghiaccio ridotto in piccoli frantumi in un vaso di vetro o di metallo, si vedranno le pareti di questo coprirsi tosto esternamente di una rugiada, la quale a poco a poco si addenserà in ghiaccio; frattanto il misto di ghiaccio e sale prenderà lo stato di liquidità. La liquefazione del ghiaccio e del sale (ambidue solidi) genera un liquido avidissimo di calore, il quale lo toglie ai corpi circostanti, il che è cagione del gran freddo che sente la mano che le si avvicina, e che è pure indicato dal termometro con cui se ne esplora la temperatura.

Varii sono i miscugli frigorifici che si adoprano dal chimico, ma il principio teorico su cui essi riposano è sempre lo stesso. Eccone i principali e più usati.

Tavola dei miscugli frigorifici.

Miscugli			Abbassamento di temperatura.
Acqua	parti	16	
Nitrato di potassa .	»	5	da +10 a —12 . . *gradi* 22
Cloridrato d' ammon.	»	5	
Acqua	»	1	
Nitrato d' ammoniaca	»	1	da +10 a —16 . . » 26
Acqua	»	1	
Nitrato d' ammoniaca	»	1	da +10 a —19 . . » 26
Carbonato di soda .	»	1	
Neve o ghiaccio pesto	»	2	
Cloruro di sodio . .	»	1	. . . . » 20
Neve o ghiaccio pesto	»	5	
Cloruro di sodio . .	»	2	. . . . » 24
Cloridrato d' ammon.	»	1	
Neve o ghiaccio pesto	»	12	
Cloruro di sodio . .	»	5	. . . . » 31
Nitrato d' ammoniaca	»	5	
Solfato di soda . .	»	3	
Acido nitrico debole .	»	2	da +10 a —19 . . » 29
Solfato di soda . .	»	20	
Acido solforico a 36°A	»	16	da +10 a — 8,15 . » 18,15
Solfato di soda . .	»	8	
Acido cloridrico . .	»	5	da +10 a —17 . . » 27

Nelle arti le applicazioni dei miscugli frigorifici sono assai ristretti; tuttavia ve ne ha una la quale è frequentemente praticata, ed è quella della fabbricazione dei gelati. Questi sono, quanto alla sostanza, composti di acqua, d'un suco di una pianta o di un frutto comestibile e di grato sapore, e di una conveniente dose di zucchero. Vuolsi da chi se ne serve che essi sieno induriti per freddo, ma di consistenza morbida, e facili a stemperarsi come una pasta.

La congelazione si ottiene introducendo il liquido opportunamente preparato in un vaso di stagno le cui pareti sono sottili, e che si chiude con un coperchio munito di un manico. Caricato e chiuso questo cilindro s'introduce in una tinozza di legno in cui si fa quindi un miscuglio di ghiaccio pesto e sale che lo riempie fino all'orlo.

Non appena il miscuglio è fatto, il liquido del cilindro comincia a raffreddarsi e giunge fino al punto di solidificarsi. Egli è durante la solidificazione che il sorbettiere prendendo pel manico il cilindro gl'imprime rapidamente un moto giratorio ora da destra a sinistra, ora da sinistra a destra, e dopo qualche tempo aperto il cilindro vi rimesta la materia già alquanto assodata con una spatola di legno, ritornando quindi al moto giratorio, e così continuando finchè il gelato è giunto alla voluta consistenza. L'agitazione ed il rimescolamento del liquido hanno per iscopo d'impedire la formazione di grosse masse di ghiaccio, e di far sì che tutta la sostanza gelata si presenti pastosa ed omogenea in tutti i suoi punti.

§. **63**. Se la spontanea liquefazione di un corpo solido produce assorbimento di calore, si avrà per l'incontro uno sviluppamento di calore quando spontaneamente un corpo da liquido diventa solido.

Facciasi a caldo una soluzione di parti eguali d'acqua e di solfato di soda cristallizzato, ed ancora tiepida s'introduca in un pallone a collo stretto che immediatamente si chiuda con un buon turacciolo. Il pallone si abbandoni al lento raffreddamento evitando però l'agitazione e l'urto meccanico di qualunque natura. Per tal modo il liquido si conserverà limpido e trasparente malgrado che esso si raffreddi anche allo 0 del termometro. A questo punto si apra il pallone e si scuota il liquido con un bastoncino di vetro od altro corpo alquanto acuto, immediatamente si vedrà rendersi opaco il liquido nel punto scosso per cristalli di solfato di soda che vi si formano, i quali da quel punto si diffonderanno a tutto il liquido, che si convertirà in breve in una massa di solfato di soda cristallizzato. Se durante questa mutazione s'introduca un termometro nel liquido, si osserverà che la sua temperatura si eleva considerevolmente; nè è necessario ricorrere ad altro testimonio più squisito dei nostri sensi, perchè basta il tenere il vaso tra le mani durante il rappigliamento per conoscere che la sua temperatura si eleva di parecchi gradi.

Si abbia del solfo fuso a $+109°$: si abbandoni a lento raffreddamento tenendovi immerso un termometro: la sua temperatura si abbasserà fin a$+99°$ o $+100°$; a quel punto il solfo si solidificherà ed il termometro ascenderà prontamente fino a$+112°$.

La solidificazione di un liquido operata per via di chimica combinazione si accompagna essa pure da sprigionamento di calore.

È noto come la calce viva bagnata con acqua si scaldi per modo che talvolta arriva all'incandescenza. Lo stesso addiviene, benchè in minor grado, quando s'idrata il solfato di calce o gesso.

§. 64. L'evaporazione di un liquido (fu già detto) porta seco assorbimento di calore che si rende latente, quindi la produzione di freddo che si manifesta quando un liquido spontaneamente si evapora.

Basta bagnarsi la mano di spirito di vino rettificato e soffiarvi sopra per sentire un freddo assai intenso.

Mettendo un poco d'etere in un vetro d'orologio e soffiandovi sopra per accelerarne l'evaporazione, si produce tale raffreddamento del vetro che la sua superficie convessa si cuopre di ghiaccio, (acqua tolta all'atmosfera e ghiacciata).

§. 65. **Punto di fusione e punto di bollizione.** Nello studio chimico dei corpi il determinare a qual punto essi si liquefacciano (punto di fusione) se solidi, e si convertano in vapori (punto di bollizione) se liquidi, è cosa di molta importanza. Per cercare il punto di fusione, (trattandosi di corpi fusibili a bassa temperatura) usasi introdurne una piccola porzione in piccol tubo di vetro del diametro di 4 o 5 millimetri, a pareti sottili, e soffiato in boccia ad uno de' suoi estremi (*fig.* 69) *a*; che s'immerge in un bagno d'acqua con accanto un termometro: sotto il recipiente contenente l'acqua si pone una lampada a spirito di cui si possa regolare la fiamma a volontà; si scalda gradatamente l'acqua, osservando attentamente la sostanza contenuta nel tubo e le indicazioni del termometro. Il punto di fusione è quello in cui la sostanza su cui si opera diventa liquida, ed è indicato dal grado a cui trovasi pervenuta la colonna termometrica.

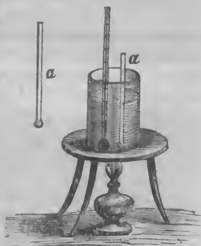


fig. 69

Se trattasi di sostanza che richieda più di 100 gradi per fondersi, al bagno d'acqua si sostituisce un bagno d'olio, la cui temperatura può venire portata fino a +200° ed oltre, od un bagno di mercurio.

Per riconoscere il punto di bollizione d'un liquido, lo s'introduce in una storta tubulata (*fig.* 70) nella cui tubulatura si fissa un termometro che s'immerge nel liquido. Si colloca la storta a fuoco nudo, o sulla fiamma di una lampada, ovvero in un bagno d'acqua o di sabbia, e si scalda gradatamente: quando la bollizione comincia a manifestarsi, il termometro che fino allora aveva indicato un aumento di temperatura si arresta e fassi stazionario. La temperatura indicata dal termometro è il punto di bollizione del liquido.

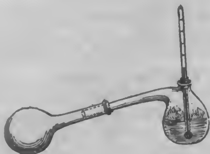


fig. 70

Il punto di bollizione non è per tutti i liquidi lo stesso. Mentre l'acqua bolle a $+100^{\circ}$ l'alcool bolle a $+76^{\circ}$ e l'etere a $+37^{\circ}$, il mercurio bolle a $+360^{\circ}$.

La presenza di corpi sospesi nell'acqua non ne cangia il punto di bollizione; sibbene ciò fanno i corpi solidi che vi si trovano sciolti.

Carbonio. C = 75.

§ **66**. — Il carbonio è uno degli elementi che più riccamente sono sparsi nella natura. L'aria, l'acqua ne tengono allo stato d'acido carbonico: sotto forma di carbonato di calce e d'altre basi abbonda il carbonio nei terreni più antichi come nei più moderni; non v'ha quasi corpo d'origine organica vegetale od animale che non riconosca in quest'elemento il suo fondamento più essenziale; e finalmente il carbonio forma la base di quei combustibili fossili, che giacenti nelle viscere della terra più o meno profondamente sepolti, ne sono in immensa copia tratti dagli uomini per dar moto e vita all'industria e per gli usi domestici.

Molti sono i corpi che rappresentano il carbonio più o meno puro, e questi sono o naturali od artificiali.

Tra i naturali abbiamo

1° Il *diamante*.
2° La *grafite*.
3° L'*antracite*.
4° Il *litantrace*.
5° La *lignite*.
6° I *bitumi*.
7° Le *torbe*.
8° I *legni fossili*.
9° La *fibra legnosa*.

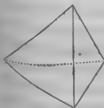
Tra i corpi artificiali

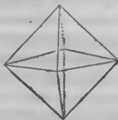
1° Il *carbone vegetale*.
2° il *carbone animale*.
3° Il *nero di fumo*, *di lampada ecc.*
4° L'*arso* (coke).

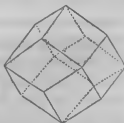
Ci sarebbe ora impossibile il fare uno studio particolareggiato di tutti questi corpi, dei quali alcuni di composizione complessa meglio si studieranno per noi quando tratteremo dei corpi organici. Per ora il nostro scopo è di fare uno studio dei caratteri, delle proprietà, delle preparazioni e delle applicazioni di quei corpi naturali ed artificiali i quali rappresentano per dir così il carbonio puro, e questi sono il diamante, la grafite, il carbone vegetale, il carbone animale, il nero di fumo e di lampada.

§ 67. **Diamante**. — Questo corpo conosciuto da remota antichità trovasi nell'Asia a Golconda, a Visapour, al Bengala. In America nel Brasile. I monti Urali della Siberia ne forniscono essi pure. Questo corpo prezioso giace sempre in terreni d'alluvione, e ne viene estratto col mezzo delle lavature.

Nel suo stato naturale il diamante è cristallizzato in tetraedri (*fig.* 71), in ottaedri (*fig.* 72), in dodecaedri (*fig.* 73). Le facce di


fig. 71


fig. 72


fig. 73

questi cristalli non sono però nè pulite nè brillanti, i loro spigoli sono ottusi. L'eleganza della forma ed i graziosi riflessi di luce che ammiriamo nei diamanti che servono d'ornamento, sono dovuti al lavoro dell'artefice, il quale per tal uopo li consuma fregandoli su d'una lastra d'acciaio unta d'olio, e su cui è posta della polvere di

quei diamanti che hanno un colore nero, che sono durissimi e non potrebbero lavorarsi (*Diamanti di natura*). Dei diamanti i più sono bianchi, alcuni neri, altri verdi o gialli; i rossi sono i più stimati e preziosi.

La vera natura del diamante fu sconosciuta per lungo tempo: il suo nome che in greco (*adamas*) significa *indomabile*, denota però che note ne erano la durezza, l'infusibilità. Non è che nel 1694 che, in Firenze, gli accademici del Cimento videro consumarsi il diamante scaldato nell'aria col mezzo dei raggi del sole concentrati in un punto da uno specchio concavo. Maquer nel 1771 provò che l'aria era necessaria perchè il calore consumasse il diamante. Questi sperimenti tuttavia non avevano svelato che un fatto, ma non ne aveano data la ragione: a Lavoisier questo vanto, il quale bruciò il diamante nell'ossigeno, e ne ottenne l'acido carbonico. D'allora la natura del diamante non fu più un mistero: esso venne riconosciuto come carbonio allo stato di massima purezza. Le esperienze di Guyton-de-Morveau, di Thennant, di Allen e Pepy, vennero a confermare sempre più questa verità.

Il diamante si elettrizza per fregamento ed è cattivo conduttore del calore e dell'elettricità. Esso è infusibile alle più alte temperature dei nostri forni: nissun sciogliente il può portare alla liquidità. Nell'ossigeno alla temperatura ordinaria si conserva senza alterazione; per bruciarlo è d'uopo il concorso di una temperatura elevata.

§. **68**. Pochi sono gli usi del diamante nelle arti; per la sua durezza serve al lavorío delle pietre dure, a tagliare il vetro, ad inciderlo o scrivervi sopra. Negli orologi di precisione usasi pei cuscinetti sui quali si appoggiano i perni delle ruote.

Si tentò di produrre artificialmente il diamante: di questi tentativi diremo solo che essi non ebbero verun successo. La resistenza del carbonio ad ogni maniera di sciog lienti persuade che sarebbe da stolto il tentare di risolvere questo problema per via di soluzione. Le sperienze recenti del signor Desprez provarono inoltre che quando il carbonio, sotto qualunque forma si presenti, compresa quella del diamante, venga a provare l'azione di elevatissima temperatura, tuttochè si rammollisca e si svapori, prende però sempre l'aspetto ed i caratteri della grafite. Niuna via adunque si presenta aperta per cui possiamo sperare d'ottenere diamante come prodotto artificiale, il che d'altronde non riuscirebbe che a togliere a questa

gemma gran parte di quel valore che ora le dona la sua rarità. Forse se ne avvantaggerebbe l'ottica, che (non è a dubitarne) potrebbe in molte circostanze servirsene per costrurre le lenti pei suoi istrumenti, sostituendolo al cristallo di cui essa ora si serve esclusivamente.

§. 69. **Grafite.** Questa sostanza, detta anche *piombaggine*, differisce tanto dal diamante che nessuno non potrebbe neanche immaginare che sia con esso identica quanto alla materia di cui si compone, se la chimica non avesse posta fuor di dubbio questa verità.

Più frequente, di minor pregio, ma più spesso impiegata nelle arti la grafite si può considerare come carbonio puro, dovendosi tenere come accidentale la sua mescolanza con altre sostanze che in essa spesse volte s'incontrano (silice, ossido di ferro).

Trovasi la grafite in molte regioni, delle quali le principali sono a Borrowdale in Inghilterra, a Briançon in Francia, a Passau in Baviera. Il Piemonte ne possiede in quantità assai notevole nelle valli di Pinerolo.

La grafite si produce altresì negli alti forni nei quali si fabbrica il ferraccio: questo ne contiene nella sua massa, e spesso vi si può scorgere sotto forma di lamine nere irregolarmente cristalline.

La grafite ha lucentezza metallica, il colore bigio come di piombo, è untuosa al tatto, e fregata sulla carta vi imprime una traccia. Per lo più essa non ha forma determinata, raramente si presenta in cristalli lamellari di forma esagonale. È infusibile e fissa come il diamante, non è trasparente, ed è un buon conduttore del calore e dell'elettricità. Non è solubile in alcun veicolo.

La grafite è combustibile come il diamante, ma come esso esige per ardere una temperatura molto elevata. Bruciando produce acido carbonico; spesso lascia qualche residuo di ceneri, nelle quali s'incontrano la silice, l'ossido di ferro, ma in proporzioni assai tenui e variabili.

§. 70. Le applicazioni della grafite alle arti sono assai numerose. Le matite, dette dai Francesi *mine de plomb*, delle quali si fa uso dai disegnatori, sono cilindri di legno di cedro, talvolta di pioppo o d'altro legno tenero, nel cui asse sta incassato un piccol prisma o cilindretto di grafite, il quale mettesi a nudo dal disegnatore col tagliare obliquamente l'involto legnoso che lo ricopre, e si conforma in punta più o meno sottile. Per lungo tempo la fabbricazione di queste matite fu privilegio dell'Inghilterra, la quale

avea rinomanza di farle ottime, perchè la grafite che essa possiede nel suo suolo è massiccia e resistente, e facilmente può con istrumenti taglienti conformarsi in prismi quali si richieggono per tal uso. La Francia e la Germania fabbricano ora matite di buona qualità quantunque la loro grafite sia meno pregevole dell'inglese. Una parte di argilla purissima e diligentemente levigata, e 4 parti di grafite calcinata e ridotta in polvere, si ammolliscono con quanto basta d'acqua per farne una pasta tenace, la quale si spreme in uno schizzatoio, da cui essa esce prendendo la forma di cilindri o prismi, i quali seccati, e quindi calcinati entro un crogiuolo ben chiuso, a calore rosso più o meno vivo, secondo il grado di durezza che in essi si desidera, si inchiudono nei cilindri di legno sopra accennati.

I falegnami, per tracciare linee e disegni sul legno si servono di grosse matite, le quali si fanno aggiungendo grafite in polvere sottile ed in quantità sufficiente a solfo strutto col calore, e conformando la pasta omogenea in prismi quadrilateri.

L'untuosità della grafite la rende atta a dare scorrevolezza alle superficie, le quali debbono sopportare fregamenti. Negli oriuoli dei campanili essa serve a rendere scorrevoli gli assi delle ruote sui loro cuscinetti, e si sostituisce per tal uopo alle sostanze grasse, le quali o indurite pel freddo invernale od alterate per l'azione prolungata dell'aria osterebbero al libero aggirarsi delle ruote.

Per conservare le funi di filo di ferro, delle quali fa uso la meccanica industriale, serve una vernice oleosa così composta: 10 litri d'olio non siccativo, e 7 chilogr. di cevo; fondesi quest'ultimo nell'olio, e vi si aggiunge tanto di grafite in polvere che basti a farne una manteca un po' consistente; con questa vernice spalmansi le funi; essa le rende scorrevoli scemandone gli attriti, e le mette in salvo dall'alterazione che l'umidità e l'aria vi potrebbero cagionare.

Consigliasi pure per ungere l'asse delle ruote dei carri un miscuglio di grasso 4 parti, grafite sottilmente polverizzata 1 parte.

Perchè poco combustibile ed infusibile, la grafite serve alla fabbricazione di crogiuoli refrattarii, dei quali si servono i fonditori di metalli. Egli è a Passau in Baviera che fabbricansi i migliori crogiuoli di grafite, mescolando 3 o 4 parti di questa sostanza con 1 parte di argilla refrattaria, impastando il miscuglio con acqua e conformandolo quindi in crogiuoli. Il Piemonte potrebbe colla grafite e colle argille che esso possiede fabbricarsi i crogiuoli re-

frattarii che esso consuma in numero assai ragguardevole, e che sono oggetto di una notevole importazione.

Finalmente la proprietà di cui gode la grafite di ben condurre l'elettricità, la rende utile alla galvanoplastica, affine di dare la proprietà conduttrice a corpi che non l'avrebbero. Una medaglia di gesso di cui si vuole ottenere l'impronta col mezzo dei procedimenti galvanoplastici debbe potersi tenere immersa nell'acqua senza che si spappoli. Per ottenere questo scopo si immerge la medaglia bene asciutta entro cera fusa, e vi si lascia quanto fa d'uopo perchè se ne imbeva interamente, quindi rapidamente si estrae dalla cera e si pulisce per modo che i tratti non ne siano alterati dalla cera concreta. Così preparata la medaglia resiste all'azione dell'acqua e della soluzione di solfato di rame in cui deve stare immersa durante la precipitazione del rame. Ma perchè questa precipitazione abbia luogo è d'uopo che la sua superficie, resa isolatrice dalla cera, sia fatta conduttrice dell'elettricità; a tale scopo si pone sulla medaglia cerata un po' di grafite ridotta in sottilissima polvere, e col mezzo d'un pennello asciutto e morbido la si stende su tutta la sua superficie facendola aderire quanto più si può esattamente in tutti i punti. L'elettricità condotta dal polo negativo della pila alla medaglia così preparata si diffonde su tutta la superficie che fu coperta di grafite, e determina su di essa la precipitazione del rame.

§. 71. **Carbone vegetale.** I corpi che appartengono al regno vegetale sono in generale talmente composti che vi predomina tra gli elementi il carbonio. Quindi quando essi vengono decomposti per forza del calore in contatto dell'ossigeno o dell'aria, bruciano e forniscono abbondantemente acido carbonico: e quando il calore ne determina la decomposizione per modo che l'aria non v'abbia accesso, lasciano come residuo una quantità più o meno considerevole di carbone. Prendiamo un pezzo di zucchero e bruciamolo in una cassola di platino, il vedremo fondersi, rigonfiarsi, annerirsi, prender fuoco e bruciare con fiamma, cessata la quale scorgeremo ardere il residuo nero da essa lasciato, finchè interamente sia consumato. Se cerchiamo quali sono i prodotti di questa decomposizione dello zucchero, vi troviamo predominante l'acido carbonico.

Se a vece d'operare così, noi decomponiamo lo zucchero in un vaso chiuso, come in una stortina di vetro, quando sarem giunti al punto che più nissun prodotto volatile si sprigioni, avremo nella

storta un residuo abbondante d'un carbone leggero, spugnoso, che rimarrà immutabile sotto l'azione del calore; esso è carbonio quasi puro.

La stessa cosa avrà luogo se invece dello zucchero adopriamo legno; avremo un residuo nella storta, che conserverà la forma primitiva, sicchè ancora vi si potrà riconoscere la direzione delle fibre, e che, quando si scaldi convenientemente in contatto dell'ossigeno, brucierà e si convertirà in acido carbonico.

Nel bruciare però il carbone ottenuto dal legno osservasi che non è possibile di consumarlo intieramente: rimane sempre come residuo una sostanza polverosa bianchiccia, a cui si dà il nome di cenere, e che rappresenta le sostanze inorganiche che contenevansi nel legno. Il carbone del legno non è adunque puro carbonio, ma un misto di carbonio e ceneri.

La forma del residuo carbonoso che si ottiene da una sostanza vegetale diversifica secondo il modo particolare di comportarsi di questa sotto l'azione del calore. Se essa è fusibile come lo zucchero, la gomma; le resine, il carbone è leggero, spugnoso, rigonfiato, ha aspetto quasi metallico, e rappresenta la forma del vaso se l'incarbonimento ebbe luogo in un vaso chiuso. Se la sostanza vegetale è infusibile come il legno, il carbone ottenuto ne conserva la forma e la tessitura.

Il colore del carbone vegetale è vario, benchè sempre si accosti al nero; le diversità della tinta muovono probabilmente da una più o meno compiuta carbonizzazione, ed anche da diverso stato di aggregazione molecolare.

Quindi il pittore trae partito di varie sorta di carbone per le tinte scure o nere della pittura ad olio, o pel disegno in chiaro-scuro. Ne daremo una succinta enumerazione.

La *fusaggine*, detta dai Francesi *Fusin*, è un carbone ottenuto dai rami dell'*Evonymus Europæus*: è molto leggero, ma presenta una notevole consistenza ed una grana assai fina. Serve come di matita per abbozzare i disegni. La sua tinta è nera schietta.

Il *nero vegetale* è un carbone vegetale qualunque ridotto in polvere sottile.

Il *nero di sovero* o nero di Spagna è un carbone leggero, di tinta bruniccia, che si ottiene colla carbonizzazione del sovero in vasi chiusi.

Il *nero di pesche* si ottiene dalla carbonizzazione del guscio che inviluppa il mandorlo delle pesche. La sua tinta è azzurrognola.

Il *nero di Francoforte* è il carbone che si ottiene col carbonizzare in vasi chiusi la feccia del vino. Prima di destinarlo agli usi dell'arte è d'uopo lisciviarlo per toglierne i materiali solubili nell'acqua. Adoprasi principalmente nella fabbricazione dell' inchiostro di cui servonsi gli incisori.

Il *nero di vite* o *nero di sarmenti* si ottiene colla carbonizzazione dei giovani tralci di vite.

Il *nero di castagna* è il carbone che si ricava dagli involucri delle castagne.

Finalmente porremo in questo luogo una sostanza nera che ha il nome di *nero di Vienna,* ed è un carbone bruniccio che si ottiene dalla carbonizzazione di un misto di torba e carbone fossile.

§ 72. **Carbone di legno**. Si ottiene il carbone di legno sottoponendo i tronchi, i rami delle piante legnose alla combustione imperfetta, od alla distillazione secca.

Dei modi industriali coi quali si prepara in grande il carbone di legno parleremo più particolarmente quando terremo discorso della composizione delle sostanze organiche, e delle mutazioni che esse provano per l'azione del calore. Per ora ci accontenteremo di studiare le proprietà principali di questo corpo.

§ 73. — Fu già detto che il carbone di legno conserva la forma e la struttura delle parti della pianta da cui venne estratto. Il suo colore è nero; la sua tessitura è più o meno compatta secondo che proviene da legni duri o leggeri; così il carbone di bosso è più compatto di quello di quercia o castagno, e questi sono più compatti di quelli di salcio o di pioppo.

L'azione di una temperatura elevata induce nel carbone modificazioni notevoli nelle sue condizioni fisiche: un carbone leggero, friabile, sottoposto a forte calore si addensa e si indurisce. A questo accrescimento di coesione debbe attribuirsi la sonorità che si riconosce nel carbone di legno preparato ad alta temperatura, e che si considera siccome carattere distintivo del carbone di buona qualità.

Inoltre il carbone di legno preparato a temperatura non molto elevata non è buon conduttore del calore. Se venga però violentemente scaldato, esso acquista la virtù conduttrice per questo fluido. Un

carbone acceso che esca da un forno in cui sia elevatissima la temperatura, si spegne tosto che trovasi in contatto di un corpo che lo raffreddi, perchè come buon conduttore lascia libera uscita al calore che dalla sua massa tende a comunicarsi ai corpi circostanti.

Quando vogliasi (come spesso è uso) inviluppare di polvere di carbone un tubo destinato a portare aria calda, o vapore, perchè il calore vi si conservi, scelgasi carbone che non sia stato preparato ad alta temperatura, poichè questo, come buon conduttore, a vece di conservare il calore nel tubo, ne lo impoverirebbe.

L'azione del calore cangia pure sensibilmente il modo con cui il carbone si comporta relativamente all'elettrico. Poco conduttore di questo fluido il carbone se preparato a bassa temperatura, acquista la proprietà di ben condurlo per una violenta calcinazione.

Allorquando si chiude il circuito di un forte elettromotore col mezzo di due punte di carbone calcinato fortemente, queste si portano ad elevatissima temperatura, si fanno incandescenti, e diventano un centro da cui emana una luce abbagliante che emula la luce solare. Questi fenomeni di luce e calore non debbono attribuirsi a combustione del carbone, poichè essi hanno luogo altresì in recipienti affatto vuoti, o pieni di gas non atti ad alimentare la combustione, siccome l'azoto o l'idrogeno.

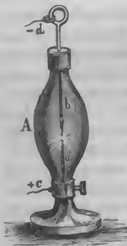


fig. 74

La *fig.* 74 dimostra in qual modo si disponga l'apparecchio. A, è un recipiente di cristallo da cui si estrasse l'aria col mezzo della machina pneumatica, *d* e *c* sono conduttori metallici comunicanti coi poli di una potente pila, e terminati da due punte di carbone di bosso stato dapprima calcinato in vaso chiuso a temperatura molto elevata, e lasciate in esso raffreddare per modo che esse siansi conservate bene asciutte. La punta inferiore è congiunta coll'asta metallica *a* fissa all'apparecchio e comunicante con uno dei poli: la punta superiore è annessa al conduttore *b* che è scorrevole a fregamento nell'armatura superiore dell'apparecchio, per guisa che essa può venire allontanata od avvicinata alla punta inferiore. Stabilita la comunicazione dei due conduttori coi poli della pila si porta la punta di carbone che è superiore a poca distanza

dall'inferiore, ed immediatamente ambedue fannosi roventi, e tra esse brilla una luce vivissima che appena può sostenersi dall'occhio.

La luce così prodotta è tanto più intensa quanto maggiore è la potenza della pila. Il prof. Bunsen a Marburgo con un elettromotore di 48 coppie produsse tra due punte di carbone un tratto di luce della lunghezza di 7 millimetri, la cui forza fu calcolata eguale alla luce che spanderebbesi da 572 candele d'acido stearico, o da 63 fiamme di gas.

Alcuni sperimenti vennero eseguiti in Parigi dal signor Deleuil per l'applicazione di questa luce elettrica all'illuminazione delle città.

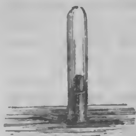
La pila di cui egli si serviva era di 200 coppie di zinco e carbone. L'esperimento si eseguì sulla piazza della Concordia la quale era illuminata da 100 fiamme a gas. Di queste se ne spensero 50 tutte da un lato, e ad esse si sostituì l'apparecchio in cui il carbone rendevasi luminoso col mezzo della pila accennata di 200 elementi, Le fiamme superstiti furono per così dire eclissate dalla luce elettrica. Questa, riflessa col mezzo di uno specchio, era sufficiente perchè si potesse col suo mezzo leggere una lettera alla distanza di 150 metri dall'apparecchio che la produceva. Dai calcoli approssimativi pare che quella luce equivalesse in potere illuminante a 2025 fiamme di candele steariche, od a 225 fiamme di gas, e che questa luce non costasse che fr. 10,50 per ogni ora.

Questo modo di produrre luce per l'illuminazione ha alcuni inconvenienti che ne renderanno certamente difficile l'impiego.

In primo luogo la corrente elettrica, forte in principio dell'azione della pila, s'indebolisce dopo un certo lasso di tempo, sicchè la luce anch'essa fassi minore. In secondo luogo si osservò che dall'elettromotore impiegato (pila di Bunsen) si spandono vapori d'acido nitrico i quali si rendono molesti e perniciosi a chi dirige l'operazione.

Perchè conduttore dell'elettricità il carbone s'impiega nella costruzione dei parafulmini, affine di stabilire una comunicazione efficace tra il suolo e la catena che è destinata a portarvi l'elettrico atmosferico accolto dall'asta proteggitrice.

§. **74. Azione assorbente del carbone di legno. Assorbimento dei gas.** Il carbone di legno come corpo poroso possiede in alto grado la proprietà d'assorbire e condensare nei vani della sua massa i corpi gasosi. Questa proprietà si dimostra introducendo in un volume determinato di un gas un pezzo di carbone di legno siccome


fig. 75

è indicato nella *fig.* 75. L'assorbimento si rivela manifestamente alla diminuzione di volume che subisce il gas.

L'assorbimento dei gas operato dal carbone varia col variare di alcune circostanze le quali sono:

1° La densità del carbone: a volumi eguali, il carbone più denso assorbe maggior quantità di gas che il carbone più leggero. Quindi il carbone di bosso che è molto denso ha grandissima forza assorbente, mentre poco o nulla assorbe il carbone di sovero che è leggerissimo.

2° La natura dei gas. Non tutti i gas sono egualmente assorbiti dal carbone. Ciò risulta dalle sperienze di Saussure il quale osservò che 1 volume di carbone di bosso assorbe

Di gas	ammoniaco	. 90 vol.
«	acido carbonico	35
«	azoto . . .	7,50
«	idrogeno . .	1,75

In generale più un gas è solubile nell'acqua, e più esso è assorbibile dal carbone.

3° La temperatura e la pressione. Un carbone freddo assorbe meglio che un carbone che sia tenuto ad un'elevata temperatura. Un carbone che abbia assorbito un gas lo abbandona quando venga riscaldato. La diminuzione della pressione a cui soggiace il corpo gasoso rende minore l'effetto dell'azione assorbente del carbone, un aumento di pressione lo rende più manifesto. Un carbone imbevuto d'un gas, lo perde interamente nel vuoto.

Un pezzo di carbone che già abbia assorbito di un gas, se si introduce in uno spazio ripieno di un altro gas, perde una parte del primo, per assorbire una parte del secondo in cui trovasi di recente immerso. I due gas assorbiti possono essere indifferenti l'uno per l'altro, e non esercitare nissuna reciproca azione: talvolta essi sono capaci di mutuamente reagire; ed in tal caso la loro azione viene favorita dallo stato di condensazione in cui si trovano. Così se un carbone carico di gas solfidrico s'introduca in uno spazio ripieno di gas ossigeno, si osserverà che la superficie del carbone si cuoprirà di solfo, mentre le pareti del vaso in cui si opera si cuopriranno di

vapore acquoso: frattanto una parte del gas solfidrico si sprigiona e si mescola coll'ossigeno non condensato: in tal caso, se la temperatura del carbone si eleva considerevolmente, il miscuglio d'acido solfidrico e d'ossigeno può accendersi con esplosione e rottura del vaso.

Talvolta i gas assorbiti dal carbone esercitano su di esso un'azione chimica. Il carbone immerso nel gas ossigeno subisce, secondo Saussure, una lenta combustione per cui si genera acido carbonico. In alcuni casi, il calore che si sviluppa in questa combustione è tale che il carbone si fa incandescente; quindi possono generarsi incendii, siccome pare sia accaduto in alcune polveriere, per l'accensione spontanea del carbone leggero ridotto in polvere sottilissima ed ammucchiato. Si osservò che bene spesso il carbone in questa circostanza prende la temperatura di $+170^{\circ}$ a $+180^{\circ}$. Il carbone di legno recentemente estratto dalla carbonaja e ben secco, talvolta si accende spontaneamente nei magazzeni.

§. 75. **Assorbimento dei vapori.** Come i corpi gasosi, così i vapori vengono assorbiti dal carbone, il quale perciò prende accrescimento di peso, ogni qual volta si conservi in atmosfera carica di umidità. Se si scalda in una stortina un pezzo di carbone conservato per qualche tempo in luogo umido, se ne estrae una più o meno considerevole quantità d'acqua. Egli è per questa ragione che questo corpo fu proposto qual mezzo conveniente per asciugare i luoghi umidi; ma egli è pur facile a comprendersi che l'utilità che esso può prestare per quell'oggetto non debb'essere che di breve durata, dappoichè quando i suoi vani siansi riempiuti di vapore acquoso, esso si troverà reso inetto a più oltre assorbirne. Sembra che la quantità di vapore acquoso che il carbone può assorbire dall'aria possa ascendere fino a 10 o 12 per $^{0}/_{0}$ del suo peso.

§. 76. **Assorbimento dei liquidi.** Il carbone, come corpo poroso, se venga immerso nell'acqua od in un altro liquido, ne assorbe quanto contener ne possono i suoi pori. A peso eguale il carbone sarà tanto più capace d'assorbire un liquido quanto più esso sarà leggero e poroso. Di due pesi dello stesso carbone, dei quali uno abbia sopportato l'azione d'una temperatura elevata, l'altro no, il primo sarà meno assorbente del secondo. Ricordiamo che un'elevata temperatura addensa e rende meno poroso il carbone. In appoggio di quanto abbiam detto addurremo i risultamenti delle sperienze di Chevreuse

100 chil. carb. di pioppo	. . .	assorb. 753	chil. d'acqua
»	calcinato . . .	482	»
» di guaiaco.	. . . . .	77	»
»	calcinato . . .	46	»

Nel commercio bene spesso usasi d'inzuppare d'acqua il carbone per aumentarne il peso. Questa è una frode: il conoscerla è cosa facile: basta spesso prendere tra le mani un pezzo di tal carbone perchè dal suo peso sproporzionato al suo volume si possa conoscere che esso è inzuppato d'acqua; inoltre il carbone bagnato perde la sua sonorità, soffregato tra le mani lascia una macchia aderente alla pelle più che nol faccia il carbone asciutto; e finalmente se è bagnato da qualche tempo, presenta poca coesione, e facilmente si frantuma.

Quando in una perizia commerciale si volesse decidere della quantità d'acqua che contiensi nel carbone, se ne prenderà un saggio medio, che si sottometterà alla distillazione in una storta; raccolta l'acqua si peserà: o meglio s'introdurrà un saggio medio del carbone da esaminarsi in una storta pesata, e si procederà all'espulsione dell'acqua col mezzo della distillazione; terminata questa si ripeserà la storta: l'acqua sarà rappresentata dalla perdita in peso che verrà indicata dalla bilancia.

§. 77. **Proprietà decolorante del carbone di legno.** Lœvitz fu il primo che scoprisse (1791) la proprietà di cui gode il carbone di legno, di decolorare i liquidi. Se si pone del carbone di legno in piccoli frantumi su d'un imbuto, e su di esso si versa vino, tintura di campece, od altro liquido colorato che lo attraversi come per lisciviazione, osservasi che il liquido pel contatto col carbone perde in gran parte od in totalità il suo colore. La scoperta di questo fatto, fu un grande avvenimento per l'industria, siccome vedremo a suo tempo; tuttavia osserviamo che la proprietà decolorante si manifesta assai più nel carbone tratto dalle sostanze animali che non nel carbone vegetale.

§ 78. **Proprietà antisettica e disinfettante del carbone vegetale.** Due pezzi di carne o d'altra sostanza animale putrescibile, dei quali uno sia inviluppato interamente d'uno strato di qualche centimetro di polvere di carbone, l'altro si lasci in aperto contatto coll'aria, e posti in circostanze di temperatura favorevole alla putrefazione, presentano una notevole differenza nelle mutazioni alle quali essi vanno

soggetti: il primo si conserva per lungo tempo senza alterazione, sicchè in esso non incontrasi nè odore nè sapore spiacevole, quando il secondo è già convertito in compiuto putridume.

Il carbone osta adunque alla putrefazione (è antisettico).

A spiegazione di questo fatto diciamo essere probabile, che il carbone siccome corpo poroso assorbisca nei suoi pori l'ossigeno dell'aria, il cui concorso è necessario per la putrefazione, isolandone per così dire la carne che esso ricuopre; e che per la lenta combustione che esso subisce per l'ossigeno assorbito produca acido carbonico incapace di occasionare o favorire la putrefazione.

Inoltre un liquido putrefatto, e per ciò fetente, (come sarebbe l'acqua corrotta d'uno stagno), posto in contatto con carbone di legno perde il suo odore ributtante, diventando compiutamente inodoro. Il carbone in questa circostanza opera in seno ai liquidi come opererebbe nei gas; come corpo poroso condensa ne'suoi pori i prodotti della putrefazione che sono sciolti nell'acqua, togliendole quelle qualità che essi le impartiscono.

Le applicazioni di queste proprietà del carbone sono frequenti.

Ovvio è l'impiego del carbone in polvere per la conservazione delle carni e loro preservazione dalla putrefazione specialmente nella stagione estiva: il carbone non s'interna nella carne e se ne può separare facilmente colla semplice lavatura o raschiatura.

È uso frequente di carbonizzare superficialmente i pali di legno che voglionsi infiggere in terreni umidi; la parte carbonizzata non solo non si corrompe essa stessa, ma preserva dalla putrefazione quella parte di tessuto legnoso a cui essa serve d'involucro.

Per lungo tempo si fece uso di botti di legno per conservar l'acqua dolce (acqua potabile) nei bastimenti destinati a lunghi viaggi di mare: le doghe di legno destinate a tal uso carbonizzavansi alla loro superficie interna, perchè il carbone impedisse la putrefazione dell'acqua.

Quest'applicazione dovuta a Berthollet è resa al presente meno importante, dacchè si conobbe che l'acqua può conservarsi più comodamente in casse di ferro intonacate internamente da una vernice che le preservi dall'ossidazione: l'acqua vi si putrefa è vero, ma quando la fermentazione putrida ha distrutto compiutamente quanto vi si conteneva di materia organica, essa si rischiara di per sè, e

perde ogni traccia di odore o sapore spiacevole, e trovasi nuovamente atta a servire come di salubre bevanda.

Si osservò che la putrefazione dell'acqua si facea meno facilmente nelle casse di ferro non verniciate internamente che in quelle che si preservavano dall'ossidazione coll'intonacarne di vernice l'interna superficie. L'ossidazione del ferro sembra adunque avere un'influenza sulla produzione della fermentazione putrida. Perciò usasi ora verniciare le casse di ferro per preservarle dall'ossidazione, e porre in esse alcuni frantumi di ferro destinati ad ossidarsi e sminuire la putrefazione dell'acqua.

§ **79**. Alla proprietà antisettica del carbone debbonsi senza fallo in parte attribuire i vantaggi che si ricavano dal mescolarlo coi concimi, specialmente quando questi si destinano a rendere fertili terreni naturalmente troppo umidi; in così fatti terreni i concimi subirebbero una troppo pronta decomposizione, la quale viene ritardata dal carbone che vi si mesce. Non è però da tacersi che il carbone come corpo poroso assorbe l'ammoniaca e l'acido carbonico che i concimi producono nel decomporsi, osta al disperdersi di questi prodotti nell'atmosfera, e li tiene come in serbo per fornirli alla pianta; che esso può inoltre dall'aria stessa assorbire e condensare ammoniaca ed acido carbonico e fornire così alla pianta una nuova quantità di questi suoi essenziali alimenti; che finalmente il carbone lentamente si consuma combinandosi coll'ossigeno dell'aria e si converte in acido carbonico che serve di nutrimento alla pianta. Quindi non è meraviglia se dalle sperienze di Lucas sia risultato che in un miscuglio di terra vegetale ($^2/_3$) e carbone ($^1/_3$) le piante vegetano più rigogliose che non nella stessa terra a cui non siasi misto il carbone.

§ **80. Nero di fumo.** Allorquando si brucia in contatto dell'aria una sostanza vegetale od animale ricca d'idrogeno e carbonio, quali sono gli olii essenziali, le resine, i corpi grassi, per modo però che la combustione non sia compiuta, la fiamma che si produce si manifesta fuligginosa, essa dà un fumo più o meno denso che essenzialmente consta di carbone sommamente diviso, il quale può raccogliersi facendo sì che la fiamma venga a rompersi contro un corpo freddo, come una lastra di vetro di porcellana o simili; egli è a questa sorta di carbone che si dà il nome di *nero di fumo*.

Senza entrare in minuti particolari intorno alla composizione delle

accennate sostanze, possiamo chiarire il perchè si generi il nero di fumo nella loro imperfetta combustione. Infatti dei due componenti combustibili che trovansi in esse, l'idrogeno ed il carbonio, il primo è assai più pronto alla combustione che non il secondo. Quindi se scarso è l'ossigeno che alimenta la fiamma, brucierassi l'idrogeno prima del carbonio, il quale si troverà così isolato nella fiamma, e come tale sarà trascinato insieme ai prodotti della combustione.

§ **81.** La fabbricazione del nero di fumo è di per sè un'arte chimica; il nero di fumo è inoltre una sostanza importante per molte arti che ne fanno una ragguardevole consumazione: gioverà adunque il dire alcune parole intorno al modo con cui preparasi questo prodotto, ed agli usi ai quali esso serve.

Nelle lande di Bordeaux usasi fabbricare il nero di fumo in modo assai semplice. Si costruisce una camera di legno coperta internamente e superiormente da una tela ordinaria e poco fitta: per una porta d'essa camera vi s'introduce una pentola o caldaja con materia resinosa di poco valore a cui si appicca il fuoco. Quindi si chiude la porta in modo da lasciare però qualche piccola apertura per cui si stabilisca una lenta corrente d'aria che ascenda e passi pei vani della tela: il carbone che si spande nell'aria della camera si depone sulle sue pareti, ed in parte sulla tela, la quale si oppone alla sua uscita benchè sia permeabile all'aria. Terminata la combustione della resina si chiudono le aperture tutte, e dopo qualche tempo si raccoglie il nero di fumo per ricominciare la stessa operazione con una nuova quantità di resina.

Egli è evidente che questo modo di procedere, vantaggioso pel poco costo e la semplicità degli apparecchi, ha però l'inconveniente di qualunque lavoro intermittente, cioè la perdita di molto tempo e molta mano d'opera, e la proporzionale tenuità del prodotto.

La fabbricazione del nero di fumo si modifica convenientemente, e prende il carattere di un lavoro continuo, operando coll'apparecchio che ora descriveremo (*fig.* 76).

A, è una camera cilindrica costrutta in mattoni; essa è internamente coperta di tela grossolana o di stoffa di lana; alla sua parte superiore sta sospeso ad una fune un cono B di lastra di ferro che coll'orlo suo inferiore si adatta alla parete, in modo però da poter discendere pel proprio peso, o salire quando si allenti o si tragga la fune che lo sostiene. Alla parte superiore il detto cono

presenta un'apertura C per cui si può stabilire un tirante d'aria nella camera. E, è un focolare che comunica con la capacità della camera, in esso si pone un recipiente di ferro D con resina di pino, od altra sostanza resinosa che torni a buon conto. Tratto in su il cono B, e scoperta così l'intera parete della camera, ed aperta la parte superiore di essa perchè si stabilisca una corrente d'aria ascendente, si dà fuoco alla resina, questa bruciando genera abbondante fumo il quale viene tosto a riempiere la camera: il carbone sommamente diviso si depone sulle tele o sulla lana che ne cuopre le pareti.

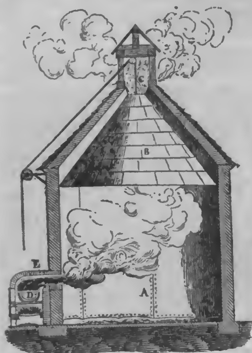


fig. 77

La materia resinosa essendo consumata se ne sostituisce della nuova, e così man mano, finchè si giudica che la quantità di nero di fumo accumulata sulle pareti della camera è tale che convenga raccoglierla. Allora si chiude il focolare, si allenta la fune che tien sospeso il cono B, il quale pel proprio peso discendendo distacca il nero di fumo aderente alle pareti, e lo riunisce al fondo della camera.

Egli è chiaro che affinchè l'operazione proceda regolarmente è d'uopo che la quantità d'aria che alimenta la combustione non sia nè troppo scarsa nè eccedente il bisogno: nel primo caso la combustione potrebbe cessare, o sarebbe accompagnata da produzione di materiali volatili, i quali non combusti si distillerebbero nella camera ed imbratterebbero il nero di fumo; nel secondo caso la troppa quantità di ossigeno brucierebbe una porzione di quel carbonio che dovrebbe raccogliersi come nero di fumo.

Il prodotto di questa operazione non deve estrarsi dalla camera che perfettamente raffreddato. Se si trascurasse questa operazione esso potrebbe spontaneamente accendersi.

A vece d'una sola camera talvolta se ne adoprano molte comunicanti le une colle altre.

Per quanto l'esperienza ha dimostrato, 10 parti di resina danno 1 parte di nero di fumo.

§ **82**. Nei paesi nei quali abbonda il carbone fossile o litantrace usasi convertire questo combustibile in *arso* (cock) affine di servirsene per gli alti forni, per le locomotive delle strade ferrate ecc.; l'operazione si eseguisce in forni nei quali il litantrace subisce una imperfetta combustione che lo priva di quei prodotti volatili e gasosi che il calore ne sprigiona. Questi ordinariamente bruciansi all'aria senza che se ne tragga verun partito. In più luoghi si pensò ad impiegarli per la fabbricazione del nero di fumo: l'artifizio consiste nel condurli in un canale in cui, misti con poca aria, essi si abbruciano imperfettamente, e da cui passano in camere nelle quali si depone e si raccoglie il nero di fumo. Egli è però sentenza degli artefici che il prodotto così ottenuto è meno puro di quello che si prepara col mezzo delle materie resinose. Esso contiene talvolta circa 20 0/0 di materie straniere.

Un'analisi di nero di fumo fatta da Braconnot ha dimostrato che in 100 parti esso conteneva

Carbonio	79,10
Materia resinosa	5,30
Materie bituminose	1,70
Ulmina	0,50
Solfato d'ammoniaca	3,30
Solfato di potassa	0,40
Solfato di calce	0,80
Fosfato di calce e ferro	0,30
Cloruro di potassio	tracce
Sabbia	0,60
Acqua	8,00
	100,00

L'origine delle materie resinose e bituminose e dell'ulmina, come dell'acqua, è facile a spiegarsi.

Una parte infatti della sostanza da cui si ricava il nero di fumo passa nella camera senza essere interamente scomposta; di qui hanno origine le tre prime tra le sostanze straniere accennate : quanto all'acqua la sua origine sta nella combustione dell'idrogeno della materia impiegata.

Le materie saline, come sono il solfato di potassa e di calce, il fosfato di ferro e di calce, e la silice rinvenuta da Braconnot debbono ripetersi dal meccanico trasporto delle ceneri della materia combusta.

Il togliere le materie accennate dal nero di fumo, torna spesso utile alle arti. L'acqua e le materie oleose e bituminose facilmente si discacciano col mezzo del calore, il quale converte in carbonio anche l'ulmina. Per ciò usasi purificare il nero di fumo ponendolo in crogiuoli di terra in cui si comprime fortemente, (per togliere quanto è possibile l'aria che gli è interposta), ed i quali chiusi si collocano in cilindri di ferro che si scaldano in un forno a riverbero.

Se si volessero togliere le sostanze saline, gioverebbe la lavatura con acqua calda dopo la calcinazione nei crogiuoli.

Queste operazioni non varrebbero a togliere la silice ed il fosfato di calce e ferro, i quali però non trovansi in ragguardevole quantità, e d'altronde non debbono rinvenirsi che nel nero di fumo preparato col mezzo del carbon fossile.

Potrebbe il nero di fumo essere adulterato col miscuglio d'altre materie carbonose, cioè carbone animale, o carbone di legno ridotti in polvere sottile: si riconoscerebbe la frode col bruciarne una certa quantità in una cassola: le ceneri si rinverrebbero dopo la combustione compiuta in quantità ragguardevole; e se si fosse adoperato carbone animale esse conterrebbero molto fosfato di calce.

§ **83**. Le sostanze grasse solide o liquide, di origine animale o vegetale, sono nel novero di quelle che per un'imperfetta combustione danno un prodotto carbonoso analogo al nero di fumo, ed è per tal fine che esse talvolta si sottopongono a procedimenti simili a quelli testè descritti per le sostanze resinose.

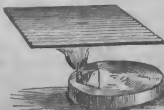


fig. 78

Una fiamma d'una lampada ad olio, con lucignolo (*fig.* 78) alquanto grosso, si manifesta

fuligginosa e rossiccia: se su di essa pongasi un corpo freddo, quale sarebbe una lastra di porcellana o di un metallo, su cui essa venga a dilatarsi, essa vi deporrà uno strato nero di un tenue polviscolo carbonoso. Egli è per tal guisa che si prepara il *nero di lampada*, e che i Cinesi si procurano il carbone sommamente diviso che loro serve alla fabbricazione dell'*inchiostro cinese*.

La fuliggine dei nostri cammini ha la stessa origine del nero di fumo: la materia carbonosa che la colora in nero, è carbone non bruciato che si separò dai prodotti gasosi del legno che imperfettamente si bruciarono. Essa inoltre contiene molte sostanze saline e molti prodotti derivanti da decomposizione incompiuta dei combustibili vegetali.

Pei materiali che essa contiene la fuliggine è sostanza che giova all'agricoltura come concime, specialmente appropriata alla vegetazione dei prati umidi.

Dalla fuliggine si estrae la materia colorante nera-bruniccia che adoprasi nella pittura, e che è conosciuta sotto il nome di *bistro*. Per tal fine scegliesi la fuliggine grumosa e densa, si tritura e si setaccia: la parte sottile così ottenuta si mesce con acqua calda con cui si agita; dopo un riposo sufficiente si decanta l'acqua limpida a cui altra se ne sostituisce, finchè le materie solubili sieno esportate. Ciò fatto, alla posatura si aggiunge nuova acqua con cui si agita nuovamente: dopo un breve riposo sufficiente alla precipitazione delle parti più grossolane, si decanta il liquido ancora torbido, il quale lasciato a sè fornisce una posatura leggera che è il bistro; questa sostanza adoprasi, opportunamente preparata, nella pittura all'acquarello.

§ **84**. Il nero di fumo adoprasi nell'arte del verniciatore, del disegnatore, del pittore ecc.

Purificato siccome abbiam detto impiegasi pel nero nella pittura ad olio.

Le matite nere che servono pel disegno a chiaro scuro sono un misto d'argilla 2 parti, nero di fumo 3. Se ne fa una pasta tenace che si conforma in cilindri od in prismi quadrilateri.

Il nero di fumo è la base delle matite litografiche, dell'inchiostro litografico, dell'inchiostro d'impressioni pei litografi, dell'inchiostro da stampa e dell'inchiostro cinese.

§ **85**. **Carbone animale.** Il carbonio si può riguardare siccome la base delle sostanze animali, nelle quali, oltre ad altri elementi che

si possono considerare come accessorii, esso si trova combinato con idrogeno ed ossigeno, spesso anche con azoto.

Tutte le sostanze animali sottoposte alla combustione forniscono acido carbonico. Tutte, come le vegetali, imperfettamente bruciate od assoggettate alla distillazione secca, lasciano un residuo in cui il carbonio si contiene in gran copia.

Il carbone animale presenta diverso aspetto secondo la natura della sostanza da cui deriva. Infatti, come fu detto delle sostanze vegetali, tra quelle che appartengono al regno animale, le une non possono venir decomposte dal calore senza che si rammolliscano e si fondano, come la gelatina, l'albumina, i peli, il sangue ecc.; altre si decompongono bensì, ma conservano la propria forma come le ossa. Nel primo caso si ottiene un carbone il quale è spugnoso, leggero, dotato di lucentezza quasi metallica, e che presenta la forma del recipiente in cui si è preparato: nel secondo il carbone è più denso, non ha lucentezza metallica e presenta la forma della sostanza animale da cui deriva.

§ **86.** Il carbone che si ottiene dalle sostanze animali non è carbonio puro. Quando il tessuto od il materiale impiegato contiene dei composti salini fissi, questi rinvengonsi nel carbone; oltre a ciò il carbonio ricavato da materiali contenenti azoto, ha sempre con sè una più o meno grande quantità di questo elemento intimamente combinato, da cui non può senza grandi difficoltà venir separato.

Volendo studiare le proprietà che competono al carbone animale prenderemo siccome tipo il carbone d'ossa (detto nero d'avorio in commercio) siccome quello che più frequentemente si adopera nelle arti (1).

§ **87.** Il carbone animale ottenuto dalle ossa è un misto di carbone poroso e sommamente diviso, e di una grande quantità di sostanze saline, (carbonato e fosfato di calce), materiali ai quali le ossa debbono la loro grande solidità. Per separar questi si pone il nero animale sottilmente diviso entro un ampio cilindro di vetro e vi si sopraffonde acido cloridrico del commercio; la prima azione dell'acido è accompagnata da viva effervescenza, la quale vuole essere moderata versando l'acido a dosi rifratte nel cilindro. Si lascia il miscuglio a sè per qualche tempo, quindi si de-

(1) Della preparazione in grande del nero animale non è ancor tempo di tener discorso. Tratteremo questo argomento quando studieremo le sostanze organiche.

canta il liquido reso limpido e vi si sostituisce nuovo acido, che dopo qualche tempo si decanta esso pure: l'operazione si ripete finchè l'acido non s'intorbida più per addizione d'ammoniaca, ed evaporato non lascia più residuo. A questo punto si sostituisce all'acido cloridrico acqua distillata o di pioggia, e con essa si continua la lavatura finchè ogni segno d'acidità siasi dileguato. Purificato così il carbone animale si asciuga scaldandolo in crogiuolo chiuso od in una storta di terra. Il carbone delle ossa perde per questa operazione circa 90 $^0/_0$ del suo peso.

Questa purificazione per molti usi tornerebbe superflua, perciocchè la presenza del fosfato e carbonato di calce non toglie al carbone le sue principali proprietà: essa è indispensabile quando il carbone animale si destina al trattamento di liquidi acidi, i quali ne scioglierebbero i sali calcari.

§ 88. **Proprietà assorbente del carbone d'ossa.** Pare che il carbone d'ossa possegga la proprietà di assorbire i gas in grado altrettanto grande, se non più eminente, che il carbone vegetale. S'introduca un pezzo di carbone d'ossa in una campanella capovolta sul mercurio e contenente gas ammoniaco: l'assorbimento sarà pronto e manifestissimo. Quindi il nero d'ossa si può impiegare come disinfettante pei luoghi nei quali sviluppansi gas fetenti e nocivi dalla decomposizione delle sostanze animali; esso venne perciò impiegato al disinfettamento dei luoghi comuni ecc.

§ 89. **Proprietà decolorante.** Un liquido colorato posto in contatto con carbone d'ossa ridotto in polvere, si decolora prontamente: già abbiam detto § 77. essere il carbone vegetale dotato esso pure di proprietà decolorante; ma è pur vero che questa incontrasi in grado assai più eminente nel carbone d'ossa. Una soluzione d'indaco, agitata con carbone d'ossa in polvere si decolora al punto da non conservare traccia di tinta azzurra. Il vino, l'aceto, la tintura di tornasole presentano lo stesso fenomeno, e più facilmente che la soluzione d'indaco.

Egli è per questa sua proprietà che il carbone d'ossa tanto vantaggiosamente s'impiega nella farmacia e nei laboratorii dei confettieri pel decoloramento dei sciroppi, e che nelle raffinerie di zucchero si consumano egregie quantità di questo carbone, per decolorare le soluzioni dalle quali il fabbricante vuol ricavare lo zucchero cristallizzato e bianco.

Nella decolorazione dei liquidi col mezzo del carbone animale delle ossa è d'uopo tener presente che il carbonato e il fosfato di calce, che esso contiene naturalmente, si disciolgono nei liquidi acidi, come sarebbe per esempio l'aceto. In questo caso particolare se si adoprasse il nero d'ossa quale trovasi in commercio, il liquido decolorato troverebbesi contenere non più acido acetico, ma acetato e fosfato di calce. Ogni qualvolta adunque il chimico od il manufattore voglia decolorare un liquido acido, ricorra all'impiego del carbone d'ossa depurato. Se il liquido è neutro od alcalino questa precauzione non è necessaria.

La decolorazione dei liquidi acidi è più facile che quella dei liquidi alcalini.

In generale poi più facile riesce la decolorazione ad una temperatura elevata che a freddo.

La materia colorante non è distrutta dal carbone decolorante, essa è condensata ne'suoi pori: prendiamo carbone d'ossa che abbia servito alla decolorazione d'una soluzione d'indaco, e laviamolo con acqua resa leggermente alcalina con poca potassa o soda, otterremo un liquido colorato in azzurro.

§ **90**. Il carbone animale ottenuto dalle sostanze fusibili, lucente, spugnoso, leggero, non è per dir così dotato della proprietà decolorante. La ragione sta in ciò che quantunque pieno di vani non è tuttavia poroso come il carbone d'ossa: ogni lamella di cui esso si compone è quasi altrettanto impermeabile come una lamella di vetro o simile.

L'arte può tuttavia modificare questo carbone e dargli quella porosità che è necessaria perchè in esso si manifestino le proprietà del carbone delle ossa.

Si prenda p. e. 1 parte di sangue di bue secco, e 2 parti di potassa del commercio : se ne faccia un intimo miscuglio, quindi s'introduca in un cilindro di ferro o di terra e si sottoponga alla distillazione secca finchè più non se ne sprigioni alcun prodotto volatile. Si lasci raffreddare la storta, quindi se ne estragga il residuo carbonoso, e ridotto questo in polvere, si lavi con acqua bollente finchè tutti i materiali salini solubili ne sieno rimossi, si otterrà un polviscolo di un carbone sommamente poroso, e la cui forza decolorante, paragonata a quella del carbone d'ossa, potrà essere come 40 all'1.

Parlando della fabbricazione del prussiato di potassa ritorneremo su questo argomento.

Dalle cose dette possiamo argomentare che il carbone animale opportunamente preparato debb'essere altresì insignito della proprietà disinfettante. L'esperienza provò che è giusta l'induzione. Un liquido putrido e fetente perde il suo odore spiacevole se misto a nero d'ossa od a carbone di sangue preparato nel modo sovra descritto. Questa proprietà diede luogo ad un'utile applicazione del carbone di cui parliamo.

Egli accade spesse volte in estate che negli stagni artificiali nei quali conservansi pesci o sanguisughe, le acque si corrompano per l'azione del calore sulle materie organiche che in esse abbondano. I pesci e le sanguisughe allora vi periscono con grave danno de'proprietarii. In tali casi l'esperienza dimostrò utile il gettare nell'acqua una sufficiente quantità di carbone d'ossa, il quale ne toglie, assorbendoli, i prodotti della putrefazione, e la rende atta alla vita degli animali.

§ **91. Carbone di schisto.** Nel 1841 Salmon (francese) riconobbe che alcuni terreni schistosi(1) bituminosi, calcinati in vasi chiusi, somministravano prodotti gasosi, i quali potevano convenientemente impiegarsi per l'illuminazione a gas. Rimaneva nei vasi distillatori un residuo composto di materie terrose miste con carbone sommamente diviso e disseminato in tutta la massa, che venne chiamato *carbone di schisto*. L' esperienza gli dimostrò che questo corpo possedeva la proprietà decolorante; egli tentò quindi applicarlo alla decolorazione dello zucchero: ma la presenza del solfuro di ferro che esso contiene quasi sempre, fu ostacolo che impedì questa applicazione.

In iscambio egli riconobbe la grande efficacia del carbone di schisto nel disinfettare le materie putride e fetenti.

Misto con materie fecali corrotte ne toglie ogni odore, e forma un potentissimo concime, che venne detto *nero animalizzato*.

La scoperta di Salmon fu giudicata importantissima dal consiglio di salubrità della Senna e dall'accademia delle scienze di Parigi, che decretò all'autore il premio Monthion di 8000 fr.

Lo schisto bituminoso non trovasi che in alcune località: quelle che ne difettano possono sostituirvi altre sostanze, le quali danno un prodotto non meno efficace. Ciò risulta da esperienze dello stesso Salmon.

(1) Chiamansi schisti o terreni schistosi quelli che facilmente si dividono in lastre o lamine parallele sottili e di assai grande larghezza.

Si può ottenere un misto di carbone ed argilla sottoponendo, fuori del contatto dell'aria, all'azione del calore un misto naturale od artificiale di argilla e di materie organiche, quale è la melma dei fossati, degli stagni, o mescolanze di argilla e polvere di torba o segatura di legno, sangue, bitume del gas, od anche materie fecali.

Le proporzioni che in un lavoro in grande forniscono buoni risultamenti sono

Argilla . . . . . 9 parti,
Mat. organica . 1 parte.

Il carbone preparato con questo miscuglio, misto con un peso eguale al suo di materie fecali putrefatte, toglie a queste in pochi minuti ogni odore. La disinfezione è permanente, e ne fecero fede i sigg. Darcet, Huzard e Parent-du-Châtelet, membri d'una commissione creata appositamente per esaminare il valore della scoperta di Salmon.

È facile scorgere l'utilità delle applicazioni di questo ritrovato.

L'operazione del vuotare i cessi è nociva a chi l'eseguisce, incomoda al vicinato: se nel pozzo stesso del cesso si mescolasse il nero di schisto colle materie fecali, l'estrazione di queste non avrebbe più inconveniente.

Se il miscuglio non si volesse fare prima dell'estrazione delle materie fecali, gioverebbe farlo là dove esse si depongono per venir poi impiegate come concime. Di fatto queste materie versate nei serbatoi, e miste immediatamente col carbone accennato formerebbero una massa inodora. Questa conterrebbe e riterrebbe in sè tutto ciò che nella fermentazione putrida esse materie tramanderebbero, e che si perderebbe nell'atmosfera. Si comprende quanto utile tornerebbe dal procedere in tal guisa pensando che i prodotti volatili della putrefazione sono nutrimento delle piante, e che perciò giova impedirne la dispersione. Negli ammazzatoi, nelle fabbriche di prodotti chimici tratti dalle materie animali, l'uso di questo preparato tornerebbe di grande vantaggio: per esso le interiora degli animali, il loro sangue, i rimasugli di parti molli che non hanno applicazioni, si convertirebbero in ottimo concime, e cesserebbero d'ammorbare l'aria colle loro esalazioni.

La preparazione in grande del nero di schisto può eseguirsi comodamente e senza molta spesa col mezzo del forno disegnato nelle *figg.* 79, 80.

La *fig.* 79 rappresenta lo spaccato orizzontale del forno all'altezza

della graticola; la *fig.* 80 ne rappresenta lo spaccato perpendicolare nel senso della lunghezza.

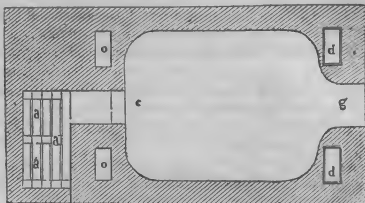


fig. 79

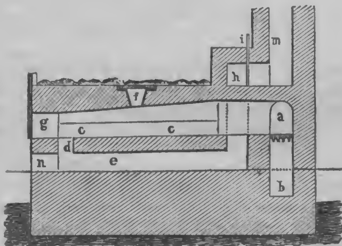


fig. 80

a è il focolare munito di graticola, su cui si colloca il combustibile.

b è il cenerario.

c c area o suola del forno, su cui si colloca la materia da calcinarsi.

d d condotti col mezzo dei quali l'area del forno comunica colla galleria *e e* che scorre sotto la suola *c c*.

e e galleria in cui si aprono i condotti *d d*; essa percorre tutta la lunghezza del forno e viene ad aprirsi nei due condotti o o.

f orifizio scolpito nella volta del forno, chiuso durante il lavoro con una lastra di ferro fuso. Questa si toglie ogniqualvolta si rinnova la carica nel forno. La *fig.* 74 mostra come la materia da calcinarsi posta sulla volta del forno venga essiccata prima della calcinazione.

g porta del forno da cui si estrae il nero di schisto già calcinato.

h galleria la quale da una parte comunica coi condotti *o o*, dall'altra si apre nel cammino *m*; essa è munita d'una saracinesca *i* la quale può a volontà innalzarsi od abbassarsi per moderare il tirante del forno o sospenderlo affatto.

Egli è chiaro come mercè questo apparecchio si possa colla melma degli stagni, con quella che si estrae dai fossati, o con un misto di argilla ed una materia organica animale o vegetale, ottenere il carbone disinfettante di Salmon. Caricato il forno, si accende il fuoco nel focolare *a*, la fiamma ed i prodotti della combustione passano nel forno e quindi pei condotti *d d* discendono nella galleria *e e* e dirigonsi quindi pei canali *o o* nella galleria *h* e nel cammino *m*. La materia da calcinarsi trovasi così riscaldata in tutti i suoi punti e rapidamente carbonizzata: il combustibile da adoperarsi debb' essere di pochissimo valore, e bruciare con fiamma. Egli è soprattutto essenziale l'impedire che nel forno penetri aria ancora ossigenata, la quale brucerebbe le molecole carbonose che debbono rimanere frammiste all'argilla. Il registro *i* e la porta del focolare si chiudono esattamente tosto che la calcinazione è terminata, ed il prodotto non si debbe estrarre che quando è già freddo.

Se l'argilla che si adopera in questa preparazione è calcare, il prodotto risulta alcalino per la calce viva che contiene: ciò non ha altro inconveniente che di far sì che dal suo miscuglio colle sostanze organiche putrefatte si sprigioni alquanta ammoniaca.

Carbonio ed Ossigeno.

§ **92**. — Il carbonio ha affinità per l'ossigeno: il dimostrano i fenomeni di combustione ora rapida ora lenta che esso subisce in contatto con questo gas.

Vi sono adunque composti di carbonio e d'ossigeno, i quali si formano direttamente: essi sono l'acido carbonico e l'ossido di carbonio.

Oltre a ciò l'affinità del carbonio per l'ossigeno si mostra ancora in alcune particolari reazioni che o l'arte o la natura determinano indirettamente: quindi nascono altri composti i quali sono gli acidi *ossalico*, *mellitico*, *rodizonico* ecc.

Di tutti questi composti, tre soli saranno soggetto di studio per noi, cioè l'*acido carbonico*, l'*ossido di carbonio* e l'*acido ossalico*.

Acido Carbonico $CO^2 = 275$.

§ **93**. —Abbiamo già accennato prodursi l'acido carbonico quando si abbrucia carbone entro gas ossigeno. Tal modo però d'operare non potrebbe comodamente servirci quando volessimo prepararci quantità ragguardevoli di questo prodotto; esso sarebbe d'altronde troppo costoso.

La combustione del carbone nell'aria è un modo di procurarci acido carbonico gasoso a buon mercato per uso delle arti: ma ce lo fornisce impuro, misto sovente con ossido di carbonio, sempre con azoto.

La natura ci fornisce nei carbonati (composti i quali da se soli formano gran parte della massa della terra) un immenso deposito d'acido carbonico.

Troviamo abbondanti in natura i carbonati di calce, di barite, di magnesia, di protossido di ferro. Alcuni altri carbonati sono meno frequenti come quelli di ossido di rame, d'ossido di piombo, d'ossido di zinco ecc. Tutti poi sono facilmente decomposti dagli acidi, i quali s'impadroniscono delle loro basi, e ne sprigionano l'acido carbonico. Tra i carbonati accennati il più comune, quello che si ha, si può dire, dovunque tra le mani, è il carbonato di calce (marmo, pietra a calce).

Per scacciarne l'acido carbonico si adopera l'acido solforico o l'acido cloridrico. L'uno e l'altro si trovano in commercio a piccol prezzo. Il carbonato di calce in contatto dell'uno o dell'altro di questi acidi, genera acido carbonico con viva effervescenza. L'operazione si fa in un apparecchio analogo a quello che ci servì per produrre

l'idrogeno (*fig.* 81). Nella bottiglia a due colli A si pongono frammenti di marmo, quindi per l'imbuto annesso al collo *b* si versa sovr'essi acido solforico od acido cloridrico allungato con acqua; il

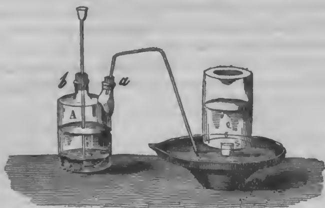


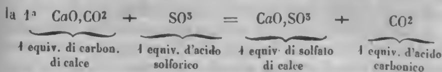
fig. 81

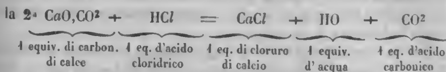
gas si sprigiona immediatamente pel tubo congiunto col collo *a*, e si raccoglie sull'acqua o sul mercurio. Per avere acido carbonico puro si sceglie tra le varie specie di carbonato di calce il marmo bianco statuario. Se si vuole adoperare acido solforico si deve ridurre il marmo in polvere sottile: se invece si ricorre all'acido cloridrico, giova adoperare il marmo in grossi frantumi. Il marmo in polvere si decomporrebbe con troppa rapidità per l'acido cloridrico: i frantumi di marmo non darebbero che poco acido carbonico con l'acido solforico; ciò dipende dalla grande solubilità del cloruro di calcio, e dalla poca solubilità del solfato di calce. Nelle arti usasi per lo più il misto di marmo in polvere e d'acido solforico. La produzione dell'acido carbonico in queste due reazioni si può rappresentare così:

Carbonato di calce { acido carbonico (che si sprigiona)
{ calce } solfato di calce
Acido solforico. . . . . }

Carbonato di calce { acido carbonico (che si sprigiona)
{ calce { calcio. . . . . . . } cloruro di calcio
{ ossigeno } acqua
Acido cloridrico { idrogeno . . . . }
{ cloro . . . . }

queste reazioni si esprimono chiaramente colle seguenti formole:





Per avere acido carbonico puro è d' uopo lavarlo prima di raccoglierlo. A tal fine alla bottiglia in cui si fa la decomposizione del marmo, se ne aggiunge una seconda, a due colli essa pure, ma più piccola, in cui si pone poca acqua attraverso a cui il gas passi gorgogliando prima di uscire pel tubo abduttore. Richiedesi la lavatura perchè l'acido carbonico sprigionandosi con qualche violenza trascina con sè meccanicamente sospese piccole goccioline del liquido da cui si estrica, le quali non se ne separano che difficilmente, e gli comunicano qualità e reazioni non sue. Giova che l' acqua di lavatura contenga una piccola porzione di carbonato di potassa: questa soluzione leggermente alcalina è più dell' acqua atta a rattenere quanto d'acido solforico o cloridrico trascina con sè l'acido carbonico.

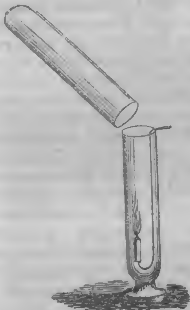
§. 94. L'acido carbonico è incoloro, punge le narici, ha sapore acidetto; è solubile nell'acqua, la quale nelle circostanze ordinarie ne scioglie un volume eguale al suo, ma col mezzo di valida pressione ne può sciogliere cinque o sei volte il suo volume, ed anche più. L'acqua che ha sciolto l' acido carbonico prende un sapore acido, e la proprietà di arrossare la tintura di tornasole, a cui però essa non dà il rosso schietto che si produce dagli acidi potenti (solforico, cloridrico ecc.) ma un colore alquanto più scuro (rosso vinoso). L'acido carbonico non è combustibile. Non alimenta la combustione: una candela accesa vi si spegne. Misto con l'aria in piccola quantità si può respirare (l' aria anche la più pura non è esente d' acido carbonico). Secondo Seguin si può respirare senza disagio un'aria che ne contenga da 5 a 7 %. Se la sua quantità ascende a 10 % dell' aria, i polmoni ne risentono già irritazione incomoda; non è respirabile un' atmosfera che ne contenga 20 a 25 %.

Un litro d'acido carbonico pesa gr. 1,977; esso è dunque assai più

pesante che l'aria di cui un litro pesa 1,293. Quindi si può l'acido carbonico travasare come si farebbe di un liquido.

In fondo ad una campanella si ponga un lumicino (*fig.* 82) acceso. Si abbia un'altra campanella piena d'acido carbonico, e se ne accosti la bocca all'orlo di quella in cui arde il lumicino, e vi si inclini come se si volesse travasare un liquido: immediatamente l'acido cadrà sopra la fiamma e la spegnerà.

Questa proprietà dell'acido carbonico fornisce al chimico un mezzo facile per riempiere grandi recipienti con acido carbonico; per tal fine basterà che dalla bottiglia a due colli da cui il gas si sprigiona parta un tubo piegato il quale venga a penetrare fino al fondo del recipiente. L'acido carbonico a misura che si estrica ne scaccierà l'aria soprastante, e tutta ne riempirà la capacità.


fig. 82

Nella grotta del cane presso Napoli, l'uomo respira, un cane prova tosto all'entrarvi un disagio, poi vi cade come morto, e vi morirebbe di fatto, se non ne venisse estratto prontamente: l'acido carbonico, che naturalmente si estrica dalla terra in quella grotta, occupa la parte inferiore di essa, sicchè il cane, perchè di piccola statura, è costretto a respirarlo, mentre l'uomo più alto respira aria che non contiene che pochissimo acido carbonico, e non gli è nociva.

L'acido carbonico non è gas permanente, sotto forte pressione si liquefa, quindi per intenso raffreddamento si solidifica. (Thilorier Faraday).

§. 95. L'acido carbonico si estrica spontaneamente in molti luoghi dalle viscere della terra. Ne versano gran copia nell'aria i volcani: abbiamo già detto della grotta del cane presso Napoli: molte cantine dei dintorni di Parigi rendonsi insalubri per esalazione d'acido carbonico. Nell'Alvernia, a Vichy, le abboudantissime sorgenti di questo gas servono alla preparazione in grande del bicarbonato di soda ecc.

Spesso l'acido carbonico scaturisce dal seno della terra sciolto nell'acqua, la quale ne riceve sapore acido, e proprietà di fare effervescenza. Le acque che hanno questa natura chiamansi acque *minerali, carboniche* od *acidule*. Tali sono nel nostro paese quelle di Courmayeur, di Ceresole, di Bonneval (Tarantasia), di Amphion (Genevese) ecc. Queste acque si riconoscono al sapore acidetto che posseggono, e dalle bollicine d'acido carbonico che se ne estricano. L'utilità delle acque carboniche è conosciuta; esse sono adoperate come rimedii di non dubbia efficacia in molte malattie, ed inoltre prestano una bevanda gradita, e salubre specialmente nell'estiva stagione: quindi non è meraviglia che l'uomo coi soccorsi che gli presta la chimica siasi ingegnato d'imitare la natura, saturando ad arte con acido carbonico ora l'acqua pura, ora soluzioni diverse di sostanze saline raddolcite all'uopo o condite di grato sapore. La saturazione si fa spingendo e comprimendo l'acido carbonico in un recipiente chiuso, in cui contiensi acqua che con esso si agita perchè prontamente e riccamente l'assorbisca. La fabbricazione di questi liquidi gasosi sarà descritta a suo tempo.

La respirazione degli animali ha essa pure per effetto la produzione d'acido carbonico. Se raccogliamo l'aria che esce dai nostri polmoni nella espirazione vi troviamo 4 % del suo volume d'acido carbonico. Se facciamo passare l'aria che espiriamo attraverso l'acqua di calce ben limpida, vediamo questa rapidamente farsi lattiginosa per carbonato di calce prodotto. Se adunque un animale respirasse lungo tempo in un'aria che non fosse opportunamente rinnovata, questa si farebbe insalubre per accumulamento d'acido carbonico, talchè finirebbe per tornar nociva, ed incapace di più oltre servire alla respirazione.

La fermentazione vinosa (quella del vino, del sidro, della birra ecc.), la fermentazione delle farine nella preparazione del pane, la fermentazione putrida o putrefazione delle sostanze tanto vegetali che animali, sono sorgenti d'acido carbonico nelle quali ci imbattiamo ad ogni momento.

Si ponga in un ampio pallone P (*fig.* 83) una quantità alquanto copiosa di suco d'uva: al collo del pallone si adatti un tubo che opportunamente incurvandosi venga ad aprirsi in una bottiglia *b* a stretta apertura: si lasci l'apparecchio in luogo tepido la cui temperatura sia di 20 gradi all'incirca. Dopo alcune ore il liquido apparirà agitato da

un movimento intestino, e comincierà a coprirsi di schiuma, la quale mano mano crescerà fino a considerevole altezza. Quella schiuma è prodotta dallo svolgimento di numerosissime bollicine d'acido carbonico, le quali, perchè involte da sottile strato del liquido zuccherino in cui si generano, a stento si rompono. Se dopo un certo lasso di tempo si esamina la bottiglia *b*, si trova che essa è ripiena d'acido carbonico che scacciò l'aria che dapprima vi si conteneva.



fig. 83

Le cantine nelle quali trovasi molto mosto raccolto ed in via di fermentazione si riempiscono d'acido carbonico, il respiro vi si rende grave, talvolta impossibile. Un lumicino che si introduca in un tino, in cui sia o mosto o birra in fermentazione, si spegne, come si spegne se si introduca in una di quelle fosse nelle quali alcuni agricoltori istrutti conservano il concime.

Il legno abbandonato a sè sotto l'influenza dell'aria e dell'umidità si converte in *humus* o terriccio: questa metamorfosi è accompagnata da produzione d'acido carbonico.

Molte operazioni chimiche industriali danno come prodotto accessorio l'acido carbonico: citeremo per cagion d'esempio la preparazione della calce caustica (calce viva), la decomposizione dei carbonati naturali per la preparazione dei nitrati, dei solfati ecc.

Finalmente frequentissima, anzi generale e continua sorgente d'acido carbonico è la combustione delle sostanze vegetali ed animali, delle quali precipuo elemento è senza dubbio il carbonio, il quale nel-

l'atto della combustione si combina con l'ossigeno dell'aria atmosferica, convertendosi in acido carbonico.

L'acido carbonico che in così gran copia continuamente si genera, si spande nell'aria: esso non vi rimane permanentemente, ma presto si risolve nei suoi componenti mercè l'opera mirabile delle piante, le quali come vedremo sono destinate a decomporlo, prendendo per sè il carbonio, e ridonando all'aria l'ossigeno.

§. 96. L'azione perniciosa che esercita l'acido carbonico sull'uomo, e sugli animali in generale, rende opportuni alcuni consigli igienici. Non si rimanga troppo a lungo in luogo chiuso in cui molti uomini o molti animali respirino. Si allontanino dagli abitati i luoghi nei quali si conservano i concimi od altre sostanze organiche che subiscono la fermentazione putrida: nelle stalle si rinnovi di sovente l'aria, e si eviti il troppo lungo soggiorno degli escrementi degli animali. Dovrebbe essere sbandito dalle abitazioni ogni mezzo di riscaldamento che porti seco diffusione d'acido carbonico nell'aria che si deve respirare. Nelle camere nelle quali si tiene un braciere con carbone acceso, l'aria diventa presto insalubre ed inetta alla respirazione per l'acido carbonico generato. Non si creda evitarsi il pericolo adoperando carboniccia o carbone di legno dolce; è questo un funesto e troppo comune errore: il carbonio è sempre identico a se stesso sotto qualunque forma si presenti, e da qualunque corpo provenga, e quando brucia genera acido carbonico, il quale è sempre dotato delle stesse proprietà, e pernicioso se venga respirato. Prima di entrare in una cantina, od in altro luogo in cui si sospetti essersi sparso molto acido carbonico conviene esplorare l'aria che vi si contiene, portandovi affisso in punta d'una lunga asta una candelina accesa, ed approssimandola sopratutto al suolo: se la fiamma si spegne si avrà come segno di presenza di molto acido carbonico; non si entri in siffatto luogo finchè il gas venefico siasene eliminato, o siasi per altro modo reso innocuo. Per eliminarlo servono i mezzi di ventilazione dei quali l'arte meccanica ha dovizia: a rendere innocuo l'acido carbonico servono quelle basi che prontamente si combinano con esso: la calce idratata ridotta in poltiglia molle e gettata sul suolo, l'ammoniaca parimente introdotta nello spazio infetto, convertono in assai breve tempo l'acido carbonico in carbonato di calce o carbonato d'ammoniaca; all'acido carbonico che per tal modo scompare si sostituirà spontaneamente aria respirabile.

Se avvenga che qualcuno trovisi caduto in isvenimento per cagione dell'acido carbonico respirato, è d'uopo trasportarlo tosto in luogo dove l'aria sia fresca e pura, o se è possibile aprire porta e finestre, perchè quanto più presto si può si rinnovi l'atmosfera che lo circonda.

Giovano le fregagioni sul corpo, le quali rianimano la circolazione; il vellicamento delle narici, col cui mezzo si procura di mettere in azione gli organi respiratorii; giova pur anche porre un po' d'ammoniaca sotto le narici; e se ciò non basta è d'uopo ricorrere a pronto salasso ed a quegli altri soccorsi che non si prestano che da medico esercitato, a cui debbesi immediatamente ricorrere tuttochè si pongano in pratica gli spedienti succennati.

§. 97. L'acido carbonico, secondo le ricerche di Dumas, le quali vennero d'altronde confermate da altri chimici, è composto

in 100 parti di 27, 27 carbonio
e 72, 73 d'ossigeno,

ossia da 75 di carbonio e 200 di ossigeno. Il suo equivalente è 275, la sua formola è adunque CO^2. In tutti i carbonati neutri l'ossigeno dell'acido sta a quello della base come 2 : 1.

L'ossigeno convertendosi in acido carbonico non cangia di volume: quindi 1 litro d'acido carbonico corrisponde ad 1 litro d'ossigeno puro.

Ossido di Carbonio. $CO = 175$.

§. 98. Quando si fa passare attraverso un tubo di porcellana pieno di frantumi di carbone, e scaldato a calore rosso bianco, una corrente d'acido carbonico secco, questo cangia di natura e si converte in un altro composto meno di lui ricco d'ossigeno il quale prende il nome di gas ossido di carbonio. L'apparecchio di cui ci serviamo è rappresentato dalla fig. 84. In una bottiglia a due colli si sprigiona acido carbonico col mezzo della reazione dell'acido solforico con carbonato di calce. Il gas viene tosto condotto per un tubo piegato ad U, il quale contiene cloruro di calcio in pezzi

che gli toglie il vapore acquoso che lo accompagna, quindi in un tubo di porcellana pieno di carbone in piccoli frantumi e tenuto a colore rosso vivo in un fornelletto in cui si fa un buon fuoco. Il tubo ricurvo annesso all'estremo del tubo di porcellana opposto a quello per cui entra l'acido carbonico, serve a ricevere sull'acqua il gas ossido di carbonio.

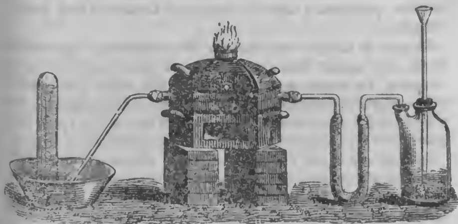


fig. 84

Riconosciamo questa mutazione 1° dall'essere il gas acido carbonico per tal guisa cimentato diventato combustibile; 2° dall'essersi esso fatto assai meno solubile di prima; 3° dal suo accrescimento di volume, la qual cosa non potrebbesi osservare col mezzo dell'apparecchio raffigurato, ma si vedrebbe facilmente operando in modo da misurare il gas prima e dopo l'operazione. 1 litro d'acido carbonico dà due litri d'ossido di carbonio; 4° finalmente se si pesasse l'acido carbonico prima della sua reazione col carbone, e si pesasse l'ossido di carbonio ottenuto per essa, si troverebbe che questo è più pesante di quello. Infatti 1 volume d'acido carbonico eguale per es. ad 1 litro, e pesante gr. 1,977, si converte in 2 litri d'ossido di carbonio, il cui peso complessivo è $2 \times 1{,}243 = 2{,}486$. L'acido carbonico ha in questa mutazione preso, e portato allo stato di gas, una nuova quantità di carbonio eguale a quella che esso già conteneva. La composizione adunque dell'ossido di carbonio si rappresenterà dalla formola CO: il suo equivalente è $= 175$.

§. **99**. L'ossido di carbonio è un gas incoloro, insipido, inodoro, senza azione sulle carte reagenti, poco solubile nell'acqua (6 vol. 1/2 in 100 d'acqua); è più leggero dell'aria (peso d'1 litro 1,245).

È combustibile; brucia con fiamma azzurra elegante.

Misto con metà il suo volume di ossigeno fornisce un miscuglio che si accende in contatto d'un corpo infiammato, e detuona. Nella combustione l'ossido di carbonio si converte in acido carbonico senza cangiar menomamente di volume. 2 Litri di gas ossido di carbonio prendono 1 litro di ossigeno e formano 2 litri d'acido carbonico.

L'ossido di carbonio non alimenta la combustione: una candela accesa vi si spegne. Non è respirabile, ed è più venefico dell'acido carbonico. Un animale perisce se avvenga che respiri per qualche tempo un'aria che contenga qualche centesimo di questo gas. L'uomo vi prova mal di capo, nausea, ed un generale mal essere, e può, se la quantità del gas è alquanto considerevole, cadere in asfissia e perire.

Generasi per lo più l'ossido di carbonio allorquando il carbone brucia in una quantità d'ossigeno troppo scarsa perchè si produca acido carbonico, o quando l'acido carbonico trovasi in contatto con carbone ad una temperatura molto elevata.

Esso si produce per conseguenza in tutti quei forni nei quali l'aria attraversa una colonna alquanto considerevole di combustibile incandescente, quali sono i forni reali per la riduzione dei minerali di ferro, i forni alla Wilkinson per la fusione della ghisa, i forni Catalano-liguri, ecc.

Come combustibile, l'ossido di carbonio è di molta importanza nelle arti metallurgiche. Molti miglioramenti introdotti in questi ultimi tempi nella disposizione dei forni delle ferriere ebbero per oggetto il trarre partito dell'ossido di carbonio che dapprima si perdeva nell'atmosfera: in alcuni forni, detti *gasogeni*, si converte il combustibile in gas ossido di carbonio, che si conduce quindi a bruciarsi entro opportuni apparecchi, ecc. Il gas ossido di carbonio quando è portato a temperatura elevata in contatto di un ossido che facilmente ceda il suo ossigeno, ne toglie in tutto od in parte questo elemento, convertendo se stesso in acido carbonico. L'ossido di carbonio è adunque, come l'idrogeno, un corpo riducente, ed a suo tempo vedremo le applicazioni di questa sua proprietà.

ACIDO OSSALICO. $C^2 O^3 = 450$.

§. **100**. L'acido ossalico può considerarsi come prodotto della natura ad un tempo e dell'arte. Molte piante infatti generano in se stesse quest'acido; tali sono quelle dei generi *oxalis* e *rumex* ecc.; l'acetosa che ci serve di salubre alimento nell'estate, deve il suo sapore a quest'acido allo stato di biossalato di potassa.

D'altra parte ogniqualvolta si faccia reagire acido nitrico sopra amido, legno, gomma, zucchero, resine, ecc. si otterrà sempre più o meno di quest'acido, il quale in questo caso entra nel numero dei prodotti dell'arte.

L'acido ossalico verrà nuovamente studiato da noi nella chimica organica, allora diremo di alcune sue importanti applicazioni: per ora consideriamolo solo dal lato della sua composizione. Sotto questo aspetto l'acido ossalico può ravvisarsi come una combinazione d'acido carbonico e d'ossido di carbonio. In fatti la composizione dell'acido ossalico considerato come se fosse affatto privo d'acqua, si esprimerebbe in 100 parti da carbonio 33, 34, ossigeno 66, 66. Se traduciamo questa composizione in equivalenti, troviamo che nell'acido ossalico 75 di carbonio, ossia 1 eq., sono combinati con 150 d'ossigeno od 1 $^1/_2$ eq., od in altra guisa, che esso risulta da carbonio 2 equiv. $= 2 \times 75 = 150$
ossigeno 3 equiv. $= 3 \times 100 = 300$
acido ossalico 1 equiv. $= 450$

La sua formola sarà adunque $C^2 O^3$, la quale si può risolvere in un equiv. di ossido di carbonio ed 1 equiv. di acido carbonico.



$$C^2 O^3 = CO + CO^2.$$

L'equivalente dell'acido ossalico rappresentato dalla formola C_2O_3 e dal numero 450 è appunto quello che satura un equivalente di un protossido qualunque negli ossalati neutri.

L'acido ossalico non si può ottenere isolato senza che sia in combinazione almeno con un equiv. d'acqua, ed allora ha la composizione indicata dalla formola $C^2 O^3$, HO, e quando si tenta di toglierne l'acqua, esso si risolve, in 1 equiv. d'acido carbonico ed 1 equiv. d'ossido di carbonio. Egli è ciò appunto che accade quando si fa reagire quest'acido cristallizzato con acido solforico.

Quando si fa un miscuglio d'acido ossalico cristallizzato ed acido solforico concentrato, e si scalda a moderato calore, si ha produzione contemporanea di volumi eguali d'acido carbonico e di ossido di carbonio; l'operazione si eseguisce nell'apparecchio indicato dalla fig. 85: nel palloncino si pone una quantità a volontà d'acido

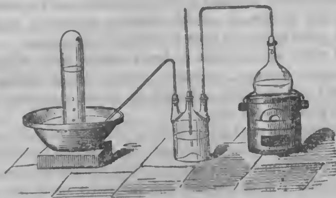


fig. 85

ossalico, e vi si sopraffonde quindi 5 o 6 volte il suo peso d'acido solforico del commercio e con esso vi si scalda: ben tosto, senza che il miscuglio si colori (se pure l'acido ossalico è puro) si scorge che se ne sprigionano abbondanti bollicine gasose. La bottiglia a tre colli che è posta tra il palloncino e la campanella, contiene una soluzione di potassa caustica, base energica ed avidissima di acido carbonico: per essa è obbligato a passare il misto gasoso che si genera dall'azione dell'acido solforico sopra l'acido ossalico; il solo ossido di carbonio non assorbito dalla potassa passa oltre la bottiglia, e viene a raccogliersi nella campanella.

Si vede che questa reazione può servire comodamente per la preparazione del gas ossido di carbonio nei laboratorii.

Carbonio ed Idrogeno.

§. 101. Nel novero dei corpi semplici il carbonio e l'idrogeno sono senza dubbio quelli che combinandosi danno origine al maggior numero di composti, i quali poichè generati dagli stessi elementi, ripetono la loro moltiplicità dalle differenti proporzioni, e dal diverso accozzamento delle loro molecole costituenti. Cosa singolare e degna d'essere tosto annotata si è che tanto numerosi prodotti emergano dal combinarsi di questi corpi semplici, i quali quando sono isolati, e si cimentano in diverse guise per ottenere la loro unione, si dimostrano così repugnanti l'uno verso l'altro che quasi si direbbero incapaci di contrarre vincolo chimico.

Non è qui luogo di discorrere di tutti questi composti i quali con nome complessivo chiamansi *carburi d'idrogeno*; solo diremo che alla loro schiera appartengono corpi solidi, come la naftalina, la gomma elastica ecc.; corpi liquidi quali sono gli olii essenziali del limone, del cedro, della trementina ecc.; corpi gasosi quali il gas illuminante, il gas delle paludi ed altri: che di questi carburi d'idrogeno alcuni rinvengonsi come naturali prodotti nelle viscere della terra, quali sono il petroleo ed il gas idrogeno protocarburato; molti spontaneamente si generano nelle piante per forza del loro vivente organismo, e questi quasi tutti posseggono la liquidità, e qualità odorose rimarchevoli; tali sono molte tra le sostanze che si chiamano *essenze* od *olii essenziali*; altri si producono quando per virtù del calore si decompongono corpi organici nei quali il carbonio e l'idrogeno trovansi in gran copia; che tale è l'origine de'prodotti idrocarbonati ottenuti col mezzo della distillazione secca del carbon fossile, dei grassi, delle resine, della gomma elastica ecc.: altri finalmente spontanei si generano quando le sostanze organiche ricche di carbonio e d'idrogeno si putrefanno, siccome avviene nelle paludi dalle quali si estrica il gas idrogeno protocarburato, nella putrefazione dei cadaveri ecc.

Queste poche parole intorno all'origine dei composti di carbonio e d'idrogeno, ci fanno scorgere siccome lo studio di questi immediatamente si colleghi con quello dei corpi organici; quindi non sarà meraviglia se in questo luogo a vece di trattare questo argomento

in tutta la sua vastità, ci restringiamo a toccarne solo una esilissima parte, rimandandone alla chimica organica la maggiore.

Due sono i composti di carbonio e d'idrogeno dei quali intendiamo trattare. Il gas idrogeno bicarburato, ed il protocarburo d'idrogeno, o gas idrogeno protocarburato.

Idrogeno Bicarburato. $C^4 H^4 = 350$.

§. **102**.—Si prenda 1 parte in peso d'alcool che segni 36 gradi all'areometro di Baumé, e si mescoli con 4 o 5 parti in peso d'acido solforico concentrato. S'introduca il miscuglio in una storta di vetro (*fig*. 86) la quale si faccia comunicare col mezzo di tubi ricurvi con due bottiglie di Wolf a tre colli munite di tubi di sicurezza,

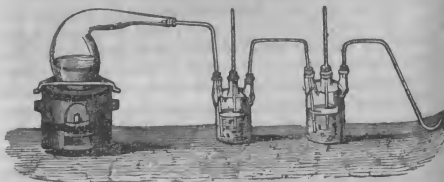


fig. 86

nella prima delle quali si contenga un po' d'acqua semplice, e nella seconda vi sia acqua resa alcalina per l'addizione di alquanta potassa caustica; a questa si adatti un tubo abduttore il quale vada ad immergersi in un bagno d'acqua; si scaldi quindi la storta: il miscuglio dopo qualche tempo si scorgerà agitato da molte bollicine gasose, le quali si faranno quindi abbondanti, mentre numerose gallozzole attraverseranno l'acqua delle bottiglie e verranno ad uscire dal tubo abduttore. Le prime porzioni di gas che si ottengono sono impure perchè miste con l'aria dell'apparecchio; egli è d'uopo rigettarle, e non raccogliere il gas che quando presane una porzione in una

campanella, ed avvicinandovi la fiamma d'una candelina, si scorge che esso brucia senza scoppio, e con fiamma ben chiara e luminosa.

Alcune precauzioni sono necessarie per ben condurre questa operazione.

Nel fare il miscuglio non si versi l'alcool nell'acido solforico, ma introdotto l'alcool nella storta vi si aggiunga a poco a poco l'acido, agitando ad ogni nuova addizione; così si eviterà il troppo riscaldamento del miscuglio, il quale, quando si procedesse con troppo precipizio, potrebbe esser tale da produrre una proiezione di materia.

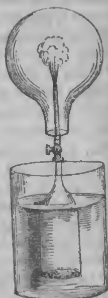
Il miscuglio non debbe riempiere più della metà della capacità della storta; la ragione sta in ciò che a misura che l'operazione procede il liquido si addensa e si rigonfia, perchè meno facile si rende l'estricamento del gas. Questa stessa ragione fa sì che, non appena scorgesi divenuto il liquido un poco tenace, torna utile il scemare l'intensità del fuoco.

La lavatura del gas nell'acqua resa alcalina per addizione di potassa caustica ha per iscopo di togliere ai prodotti gasosi l'acido carbonico e l'acido solforoso, i quali si producono insieme coll'idrogeno bicarburato. Questi due acidi si generano sempre in questa preparazione per una reazione del carbonio dell'alcool sull'acido solforico: egli è principalmente sul finire dell'operazione che la loro quantità sensibilmente si accresce.

È da notarsi inoltre che durante questa reazione dell'acido solforico sull'alcool si formano alcuni prodotti secondarii, quali sono l'etere solforico e l'olio di vino, i quali allo stato di vapore attraversano l'acqua di lavatura e rendono il gas impuro: a toglierli è conveniente lavare il gas raccolto con un poco d'alcool, quindi con acqua per toglierne il vapore alcoolico.

§. **103**. L'idrogeno bicarburato presenta le seguenti proprietà. Non è permanente, perciocchè una valida pressione può portarlo alla liquidità. Esso non potè ancora venire solidificato. Incoloro, quando è puro non ha azione sulla tintura di tornasole; esso è affatto neutro; la sua solubilità nell'acqua è poco considerevole; un litro d'acqua ne scioglie 150 cent. cubici, ossia $^{15}/_{100}$ del suo volume. È più solubile nell'alcool, il quale ne scioglie 2 volte il suo volume, e nell'etere il quale ne scioglie quasi altrettanto che l'alcool. Più solubile ancora esso è nell' olio di trementina che ne prende un volume eguale a

2 $^1/_7$ il suo. Un litro di questo gas pesa 1,265. L'odore ne è spiacevole e soffocante: esso non è atto alla respirazione, ma si può respirare senza danno se misto con molt'aria atmosferica.


fig. 87

Non è atto a sostenere la combustione; ma è combustibile, per modo che posto in contatto dell'aria, e tocco dalla fiamma d'una candela si accende e brucia.

La fiamma di questo gas è bianca, lucente e dotata di molta forza luminosa.

Perchè composto d'idrogeno e di carbonio, esso deve, bruciandosi in contatto dell'ossigeno, produrre acqua ed acido carbonico. La cosa si può dimostrare semplicemente. Si riempisca di gas idrogeno bicarburato una campana di vetro (*fig.* 87), munita di una chiavetta, e si capovolga in un ampio cilindro pieno d'acqua: alla chiavetta si unisca un tubo di vetro affilato, da cui si possa per ciò determinare a volontà l'uscita del gas. Aprasi la chiavetta, si accenda il sottil getto gasoso, e si capovolga su di esso un pallone di vetro, di largo collo e d'assai grande capacità. Si osserverà che le pareti di questo tosto si copriranno d'una rugiada che sarà di vapore acquoso condensato: tolto il pallone vi si versi entro acqua di barita, o di calce, e si vedrà tosto in questa un intorbidamento, cagionato dalla formazione di carbonato di barita o di calce.

Misto con ossigeno l'idrogeno bicarburato detuona con violenza; se la quantità del miscuglio è considerevole l'esperimento è seguito per lo più da rottura del vaso.

Quando si misuri esattamente un volume di gas idrogeno bicarburato, e gli si aggiungano 5 volumi ad esso eguali di ossigeno, quindi, introdotto il misto in un eudiometro, vi si faccia passare una scintilla elettrica, ha luogo una detuonazione; il miscuglio che era eguale a 6 volumi trovasi ridotto a 4. Se nel eudiometro si introduce una quantità sufficiente di potassa caustica con cui si agiti il residuo gas, si avrà una diminuzione di questo che ne rappresenterà esattamente la metà, talchè esso da 4 volumi si ridurrà a 2.

due volumi assorbiti dalla potassa sono d'acido carbonico: i due volumi residui sono di ossigeno.

Da questo esperimento deduciamo la composizione del gas.

Per un volume di gas bicarburo d'idrogeno si impiegarono 5 volumi di gas ossigeno, dei quali però rimasero come residui 2 volumi. La quantità d'ossigeno che bruciò il bicarburo d'idrogeno fu adunque di 3 volumi. Di questi poi 2 volumi sono rappresentati dall'acido carbonico (2 volumi) che si trovarono nel residuo. Il rimanente volume venne impiegato a formare acqua, e perciò ha dovuto combinarsi con due volumi d'idrogeno. Il gas idrogeno bicarburato è adunque formato da due volumi d'idrogeno, ossia 1 equivalente, e da tanto carbonio che è necessario per convertire in acido carbonico 2 volumi di ossigeno, ossia da 1 equivalente di carbonio.

Esprimeremo perciò la composizione di questo gas nel modo seguente:

1 equiv. di carbonio =	75
1 equiv. di idrogeno =	12,5
1 equiv. d'idrogeno bicarburato	87,5

La formola sua sarebbe CH. Usano però i chimici, per ragioni che non è necessario di esporre al presente, di moltiplicare questa formola per 4, ed esprimere l'equivalente di questo composto colla formola C^4H^4, la quale corrisponde ad un peso di 350, od a 4 volumi.

L'idrogeno bicarbnrato rappresenta un volume d'idrogeno doppio del suo.

La produzione dell'idrogeno bicarburato nella reazione dell'acido solforico sopra l'alcool si comprende facilmente. L'alcool è composto di carbonio, idrogeno, ed ossigeno, in proporzioni tali che si esprimono dalla formola $C^4H^6O^2$. Questa formola si può tradurre in $C^4H^4+H^2O^2$, dal che apparisce che se col mezzo d'un corpo avido d'acqua togliamo all'alcool i due equivalenti d'acqua (H^2O^2) che esso contiene, lo convertiremo in C^4H^4 ossia in idrogeno bicarburato. Egli è appunto in tal guisa che opera l'acido solforico con cui si scalda l'alcool nella preparazione di questo gas.

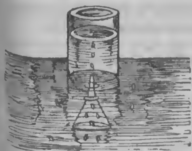
L'idrogeno bicarburato, se si abbrucia in presenza di una quantità d'ossigeno minore di quella che si esige per convertirne tutto l'idrogeno in acqua, e tutto il carbonio in acido carbonico, fornisce una fiamma rossiccia, poco luminosa ed accompagnata da

produzione di denso fumo. Così avviene quando si accenda un getto rapido ed alquanto voluminoso di questo gas mentre esce da un tubo di vetro o di metallo. La ragione di questo fenomeno sta nella maggiore combustibilità di cui, in paragone del carbonio, è dotato d'idrogeno, il quale toglie per sè l'ossigeno, non lasciandone quanto fa d'uopo per la combustione del suo compagno, il carbonio.

§. **104**. Il gas idrogeno bicarburato quando trovasi sotto l'influenza di una temperatura molto elevata si decompone, e si risolve nei suoi elementi, il carbonio e l'idrogeno. Ad ottenere questo risultamento si faccia passare lentamente una corrente di questo gas per mezzo un tubo di porcellana scaldato a roventezza entro un fornello, ed al cui estremo opposto a quello per cui si spinge il gas, sia congiunto un tubo abduttore che peschi in un catino pieno d'acqua. Raccogliendo sull'orifizio di questo entro bottiglia o campanella il corpo gasoso che ne esce, ed esaminandolo si riconoscerà ch'esso non è che idrogeno puro, purchè l'azione del calore sia stata bastevolmente intensa e continuata. Misurando il gas ottenuto da un volume conosciuto d' idrogeno bicarburato, si troverà che esso ha acquistato un volume esattamente doppio del primo. Frattanto terminata l' operazione e scomposto l'apparecchio, si esamini la superficie interna del tubo di porcellana, e la si vedrà coperta di uno strato di carbonio assai resistente e dotato di lucentezza metallica. Il gas idrogeno bicarburato non può adunque sopportare una temperatura elevata senza che i suoi elementi si separino. Questa nozione ci tornerà utile a suo tempo quando parleremo della fabbricazione del gas illuminante. Di questo argomento che è assai complicato, tratteremo più tardi, perciocchè a svolgerlo con quell'ampiezza che gli si conviene, sarebbe d'uopo aver nozioni che per ora non avemmo ancora opportunità di esporre.

Idrogeno Protocarburato $C^2 H^4 = 200$.

§. **105**. Nella stagione estiva si sviluppano dal fondo delle paludi numerose gallozzole gasose, le quali più abbondanti si rendono quando con un bastone si agiti e si smuova la melma che soggiace all'acqua. È facile raccogliere questa sostanza gasosa: a tal uopo si


fig 88

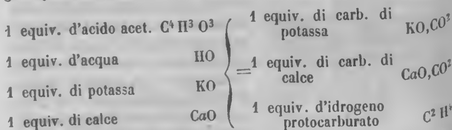
adopera una bottiglia piena d'acqua, al cui collo siasi adattato un imbuto d'assai ampia apertura (*fig.* 88), che si porta a poca distanza dal fondo della palude mentre con un bastone se ne smuove la melma. Questo gas così raccolto è un miscuglio d'acido carbonico, d' ossigeno, di azoto e di gas idrogeno protocarburato. L'acido carbonico può esserne tolto col lavarlo con soluzione di potassa: per toglierne l'ossigeno vi si introduce e vi si lascia per tempo sufficiente un po' di fosforo; rimane come residuo l'idrogeno protocarburato misto con azoto, il quale però non toglie che si possano conoscere le proprietà del suo compagno.

Questo modo di procurarsi il gas idrogeno protocarburato non è praticabile che in circostanze particolari di tempo e di luoghi. V'ha però un altro mezzo con cui si può giungere all' intento, e che per soprappiù lo fornisce puro, a cui perciò si potrà ricorrere ogniqualvolta si vogliano studiare le proprietà di questo gas. Si faccia un miscuglio di 637 parti d'acetato di potassa, e di 462 parti di calce idratata, e si introduca in una storta a cui si adatti un tubo ricurvo che vada ad immergersi in un bagno d'acqua. Si scaldi il miscuglio: l'acetato di potassa verrà decomposto, e la sua decomposizione verrà accompagnata da produzione di idrogeno protocarburato. Il residuo che si rinverrà nella storta sarà un misto di carbonato di potassa e di carbonato di calce. A farci un'idea della produzione del gas, è d'uopo, diciamo fin d'ora, che l'acido acetico si debba considerare come formato di

4 equiv. di carbonio,
3 equiv. d'idrogeno,
3 equiv. d'ossigeuo.

che in presenza della potassa e della calce idratata, concorrendo la decomposizione dell'acqua che questa contiene, si ha per risultamento che da una parte del carbonio dell'acido acetico, e da tutto l'ossigeno contenuto nell'acido stesso e nell'acqua, si forma tanto acido carbonico che basta a convertire in carbonati la potassa e la calce. Quanto rimane di carbonio si combina con tutto

l'idrogeno dell'acido acetico e dell'acqua, e forma il gas idrogeno protocarburato. La qual cosa si può esprimere così:



1 equiv. d'acido acet.	$C^4H^3O^3$	=	1 equiv. di carb. di potassa	KO,CO^2
1 equiv. d'acqua	HO		1 equiv. di carb. di calce	CaO,CO^2
1 equiv. di potassa	KO		1 equiv. d'idrogeno protocarburato	C^2H^4
1 equiv. di calce	CaO			

§. **106**. Questo gas è incoloro, inodoro, insipido: non potè finora liquefarsi nè per raffreddamento, nè per validissime pressioni: esso è neutro; è pressochè insolubile nell'acqua; è più assai leggero dell'aria, essendo che 1 litro di esso non pesa che gr. 0,723, mentre 1 litro d'aria pesa 1,293.

Inetto alla respirazione, è pure inetto ad alimentare la combustione, cosicchè una candelina accesa che vi si immerga si spegne.

Esso è combustibile e brucia con fiamma giallognola poco luminosa. I prodotti della sua combustione sono acqua ed acido carbonico. Misto con ossigeno detuona fortemente quando vi si metta fuoco con una fiamma, o colla scintilla elettrica.

Si faccia in un eudiometro un misto di 2 volumi di questo gas, e 6 volumi di ossigeno, e vi si faccia passare una scintilla elettrica; succederà una detuonazione. Il miscuglio scemerà di volume e si ridurrà a 4 volumi, dei quali 2 saranno d'acido carbonico, e 2 saranno d'ossigeno residuo. Di qui conchiudiamo che in due volumi di gas si contengono, 4 volumi di idrogeno ossia 2 equivalenti, (rappresentati dai due volumi di ossigeno impiegati a formare acqua), ed 1 equiv. di carbonio rappresentato dai due volumi di acido carbonico prodotto, e che si rinvenne nel residuo.

La sua composizione si potrà perciò esprimere così:

1 equiv. di carbonio =	75
2 equiv. d'idrogeno =	25
1 equiv. di gas idrogeno protocarburato	100

La sua formola sarà CH^2; essa però si duplica per consueto dai chimici, sicchè si considera come l'equivalente di questo corpo quella

quantità di esso che è espressa dalla formola C^2H^4 e che pesa 200. Un volume di questo gas rappresenta 2 volumi d'idrogeno. Sotto l'azione del calore questo gas si decompone, depone carbonio e si converte in idrogeno puro duplicando di volume, il che viene a confermare i risultamenti dell' esperienza eudiometrica, che cioè esso rappresenta un volume d'idrogeno doppio del suo.

§. **107**. In molte circostanze ed in molti luoghi naturalmente si produce l' idrogeno protocarburato. Ne generano le materie organiche quando si putrefanno e quando esse vengono decomposte per virtù del calore. Quindi esso s' incontra nei prodotti gasosi che si ottengono dalla distillazione secca del legno, delle ossa, e del carbone fossile nella fabbricazione del gas illuminante. In seno alla terra incontrasi lo stesso gas imprigionato nelle masse di sal gemma di Ungheria. A Barigazzo, Pietramala ed altre regioni sul pendío settentrionale dell'Appennino trovansi fessure del suolo, le quali forniscono abbondante gas idrogeno protocarburato. In alcuni paesi di Francia, d'Inghilterra e d' Italia, in tanta copia esso si estrica dalla terra, che usasi accenderlo, e farne pro per cuocer la calce. Rimarchevole poi è l'abbondante estricamento del gas di cui parliamo dalle miniere di carbon fossile nelle quali è conosciuto sotto il nome di *grisou* ovvero *feu brisou*, che gli Italiani chiamarono *moffetta*, e che spesso mette a pericolo la vita dei minatori, sia perchè come non respirabile li colpisce d'asfissia, sia perchè misto con aria si accende quando alcuno entri con lumi accesi nelle gallerie nelle quali esso si è diffuso, producendo violentissime esplosioni. Vedremo a suo tempo come a questi gravi accidenti abbia posto efficace riparo la scoperta di Davy, la cui lampada di sicurezza è ora divenuta famigliare strumento nelle miniere di carbone fossile.

Azoto. Az = 175.

§. **108**. Se si accende un pezzo di fosforo sotto una campana di vetro (fig. 89) capovolta su d'un recipiente in cui si contenga acqua, osservasi che la combustione si continua fino ad un certo punto viva ed energica, quindi perde d'intensità, finchè cessa affatto.

Terminato lo sperimento si trova diminuito il volume dell'aria impiegata, il fosforo converso in una sostanza bianca, solubile nell'acqua, che arrossa la tintura di tornasole, ed ha un sapore acido ben distinto. Questo prodotto è acido fosforico.



fig. 89

Il gas che rimase come residuo nella campana, differisce sensibilmente dall'aria da cui deriva: un corpo acceso vi si spegne, un animale vi perisce prontamente.

La conclusione fluisce naturalmente da questa esperienza. L'aria contiene due sostanze diverse, una capace di alimentare la combustione (ossigeno, vedi §. 45); l'altra inetta a tal uopo. A questa si die' il nome d'*azoto*, perchè è incapace di servire alla respirazione, e sostenere la vita.

È duopo conoscere questo corpo e studiarne i caratteri, perciocchè esso è una parte essenziale dell'aria atmosferica, è elemento di molti materiali immediati organici, ed inoltre è componente di buon numero di composti chimici di grande utilità nelle arti, quali sono l'acido nitrico, l'ammoniaca, i cianuri ecc.

§. **109**. L'azoto è, come l'ossigeno e l'idrogeno, inodoro, insipido, incoloro, senza azione sulla carta di tornasole o di curcuma; esso non venne finora liquefatto, e tanto meno solidificato, nè per freddo intensissimo, nè per validissime compressioni.

È poco solubile nell'acqua, la quale alla temperatura e pressione ordinaria ne scioglie 0,025 del suo volume: in altri termini 1 litro d'acqua ne scioglie 25 cent. cub.: è alquanto più leggero che l'ossigeno; 1 litro di esso pesa 1,256.

L'azoto non alimenta la combustione; un lumicino acceso, un pezzo di carbone incandescente, un pezzo di fosforo che vivamente arda, introdotti in questo gas vi si spengono immediatamente.

Neppure può questo gas servire alla respirazione: un animale prontamente vi perisce. Esso non è tuttavia come altri gas dotato di proprietà venefiche. Se ciò fosse l'aria di cui esso forma circa i 4/5 in volume non sarebbe respirabile.

L'azoto non è combustibile, in quanto che portato ad elevata temperatura in contatto dell'ossigeno non si accende. Esso è tuttavia capace di combinarsi col gas ossigeno, in circostanze che verranno

studiate in progresso di tempo. I corpi che sono prontamente modificati dall'ossigeno non soffrono mutazione veruna dal contatto dell'azoto, purchè puro. Quindi il fosforo ed il potassio vi si conservano inalterati, come si conservano l'indaco bianco, il protossido di ferro ecc.

Per lo più ci procuriamo il gas azoto bruciando fosforo sotto una campana capovolta sull'acqua. Cessata la combustione, si introduce nella campana, sospeso ad un filo metallico, un pezzo di fosforo: questo assorbe le ultime tracce d'ossigeno che la combustione del fosforo non avea tolte. Dopo alcuni giorni la campana non contiene più che azoto con vapori di fosforo che vi stanno sospesi: a togliere questi si fanno passare nella campana alcune bolle di gas cloro quindi si lava il gas con soluzione leggera di potassa caustica.

L'azoto non ha usi diretti nelle arti che in circostanze particolari, poco frequenti, delle quali diremo a suo tempo. Esso rimane come residuo dell'aria atmosferica, ogniqualvolta l'ossigeno di questa viene impiegato in combinazioni chimiche. Così l'azoto si trova nei gas che escono dalla bocca degli alti forni fusorii (*forni reali*), in quelli che escono dalle camere di piombo ecc.

Azoto ed Ossigeno.

§. **110.** L'azoto e l'ossigeno si possono combinare in 5 proporzioni diverse: essi generano così corpi composti nei quali si scorge un mirabile esempio di quella legge che abbiamo svolta nelle lezioni preliminari §. 10 e che venne detta *legge delle proporzioni multiple.* Infatti i varii composti di ossigeno e di azoto che noi conosciamo si presentano così costituiti:

	azoto	ossigeno
Protossido di azoto	175	100
Biossido di azoto	175	200
Acido nitroso	175	300
Acido iponitrico	175	400
Acido nitrico	175	500

Per discorrere di questi composti cominceremo dall'ultimo, ossia dall'acido nitrico, essendo questo il punto di partenza da cui mosse la scoperta degli altri meno ricchi d'ossigeno, e da cui di fatto questi si ottengono.

Acido Nitrico. AzO^5=675

§. **111**. Il commercio fornisce abbondantemente una sostanza salina, conosciuta da tempi remoti, la quale si chiama *salnitro* o semplicemente *nitro*, di frequente uso nelle arti e nella medicina.

Con linguaggio chimico questa sostanza appellasi *nitrato di potassa*, perciocchè è composta d'un acido che dicesi *acido nitrico*, e d'una base chiamata *potassa*, od *ossido di potassio*.

Da più anni il commercio si è arricchito d'un prodotto che in gran copia si trova in alcuni terreni del Perù, e si consuma in Europa come succedaneo del nitrato di potassa: esso è il *nitro cubico*, altrimenti è meglio detto *nitrato di soda*, perciocchè composto di acido nitrico e di una base analoga nelle proprietà alla potassa, ma essenzialmente da essa diversa, la quale chiamasi *soda* od *ossido di sodio*.

Nel 1225 Raimondo Lullo, uno tra i più rinomati alchimisti, scoperse l'acido nitrico isolandolo dalla sua combinazione colla potassa: consisteva il procedimento da lui seguito, nel mescolare ad 1 parte di nitro, 2 parti di argilla (terra grassa), introdurre il miscuglio in una storta di terra e scaldarvelo fortemente, raccogliendo in opportuni recipienti condensatori il prodotto che ne distillava. A questo diedesi il nome d'*acido del nitro*, o di *acqua forte*.

La natura di quest'acido restò tuttavia ignorata fino a Cavendish ed a Gay-Lussac, il quale dimostrò come esso risulti dalla combinazione dell'azoto coll'ossigeno, nella ragione in peso di 175 del primo e 500 del secondo, ed in volumi di 2 del primo e 5 del secondo.

Per lungo tempo si credette non essere questo un acido stabile se non combinato con una certa quantità d'acqua: le ultime ricerche di Deville hanno smentita questa opinione.

L'acido nitrico anidro non ha però nissuna applicazione; sibbene

grandemente utile e di frequentissimo impiego è l'acido idratato, che è appunto l'acido del nitro od acqua forte degli antichi.

§. 112. Abbiamo di già accennato siccome Raimondo Lullo preparasse l'acqua forte col mezzo della distillazione di un misto di nitro e di argilla. La silice e l'allumina dell'argilla sotto l'azione del calore decomponevano il nitrato di potassa, e ne separavano l'acido nitrico, il quale in gran parte decomponevasi, in parte univasi all'acqua contenuta nell'argilla, e distillavasi nei recipienti condensatori: come residuo di questa preparazione ottenevasi nella storta una combinazione di argilla e di potassa, la quale prendeva il nome di *Cemento dell'acqua forte*, ed usavasi misto con calce nelle costruzioni idrauliche, in grazia della sua proprietà di fare colla calce idratata una malta che si indurisce nell'acqua.

In questo modo di procedere la decomposizione del nitrato di potassa era difficile e lunga, ed esigeva un'alta temperatura; essa s'accompagnava inoltre colla decomposizione di una buona parte dell'acido nitrico, sicchè il prodotto che se ne ricavava era scarso e costoso.

La preparazione dell'acido nitrico è divenuta facile e profittevole quando si prese a decomporre il nitrato di potassa o di soda col mezzo dell'acido solforico. Questo energico reagente, che ora le arti chimiche forniscono a bassissimo prezzo, è dotato di così forte affinità per le basi degli accennati nitrati, che quando venga a contatto con essi, e specialmente se concorra l'azione del calore, li decompone, si associa alla potassa od alla soda, e scaccia siccome più debole l'acido nitrico.

Trattandosi di preparare l'acido nitrico in piccola quantità per gli usi dei laboratori si procede nel modo seguente.


fig. 90

In una storta bene asciutta e non tubulata (*fig.* 90) si introducono 100 parti di nitrato di potassa puro per quanto si può, e quindi col mezzo di un imbuto a lungo collo che si spinge sino al ventre della storta, vi si versano 96,9 parti d'acido solforico concentrato (a 66 gradi dell'areometro di Baumé). L'uso dell'imbuto ha per iscopo di evitare che l'acido solforico non imbratti le pareti del collo della storta, ed una certa quantità di esso non venga a mescolarsi coll'acido nitrico mentre distilla.

Per la stessa ragione, introdotto l'acido, è d'uopo estrarre l'imbuto con precauzione perchè, bagnato come è d' acido solforico, non tocchi le accennate pareti.

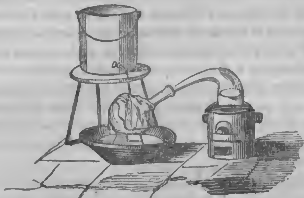


fig. 91

Il miscuglio non deve eccedere in volume la metà della capacità del ventre della storta. Questa si colloca su d'un fornello come nella *fig.* 91, e vi si adatta un pallone, che cuopresi di una tela su cui si fa cadere un piccol filo d'acqua nevata o ghiacciata, mentre con un fuoco gradatamente crescente si scalda il miscuglio finchè i vapori d'acido nitrico si sprigionino e cominci la distillazione.

Nella disposizione semplicissima di questo apparecchio si evitano ad arte e turaccioli e luti, perciocchè qualunque sostanza organica verrebbe prontamente intaccata dai vapori dell'acido, e quel che più monta, i prodotti della sua decomposizione verrebbero a mescolarsi con l'acido e lo renderebbero impuro.

Il fuoco dev'essere moderato per modo che la distillazione proceda attiva sì ma regolare, e non troppo precipitosa, affine di evitare che la massa salina non si rigonfi, o non venga lanciata a spruzzi sulle pareti del collo su cui si condensano i vapori d'acido nitrico, il quale per tal cagione si raccoglierebbe impuro.

Al primo cominciamento della distillazione la storta ed il pallone si riempiscono di vapori rossi, prodotti dalla decomposizione di una parte dell' acido nitrico. Procedendo l' operazione l' acido nitrico distilla senza più decomporsi, nè più appariscono vapori rossi che quando l'operazione volge al suo termine.

Il modo d'operare non varia quanto al suo andamento quando, a vece del nitrato di potassa, si adopera il nitrato di soda. Però variano le proporzioni dell'acido e del sale. Mentre per 100 parti di nitrato di potassa si impiegano 96,9 d'acido solforico, per la stessa quantità di nitrato di soda vogliosi impiegare 115 d'acido.

§. **113**. Affine di farci un'idea precisa dell'operazione descritta è d'uopo entrare in alcuni particolari di teoria, i quali però sono facili a comprendersi.

Il nitrato di potassa è composto per modo che per una quantità=589 di potassa contiene 675 d'acido nitrico supposto senz'acqua. La stessa quantità di potassa ossia 589 esige 500 d'acido solforico supposto privo d'acqua per convertirsi in solfato neutro.

L'acido nitrico non può sostenere la temperatura necessaria alla decomposizione del nitrato col mezzo dell'acido solforico, se non trova una quantità sufficiente d'acqua la quale per 675 di esso deve essere =112,5.

L'acido solforico (olio di vitriolo) il più concentrato, quello cioè che segna 66 gr. all'areometro di Baumé, contiene 500 d'acido reale e 112,5 d'acqua: sicchè prendendone 612,5 si avrebbe in esso quanto è d'uopo per decomporre una quantità di nitrato di potassa che contenga 589 di potassa e 675 d'acido nitrico, e quest'ultimo svolgendosi troverebbe tanto d'acqua che basti per dargli la stabilità voluta, ossia 112,5 d'acqua.

La preparazione dell'acido nitrico si può adunque rappresentare col seguente quadro.

Nitrato di pot. 1264	Potassa	589	=	Potassa	589	Solfato di pot. 1089
	Acido nit.	675		Acido solf.	500	
Acido solfor. 612,5	Acido solf.	500		Acido nit.	675	Acido nitrico 787,5
	Acqua	112,5		Acqua	112,5	

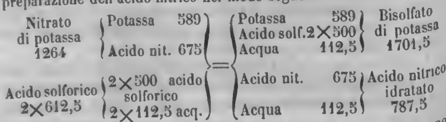
Ma l'esperienza dimostrò che adoperando per 1264 di nitrato di potassa solo 612,5 d'acido solforico non si giunge ad ottenere una decomposizione intera del nitrato di potassa, e che solo una metà di questo sale si decompone cedendo il suo acido nitrico, a meno che si sottoponga il miscuglio ad una elevata temperatura, a cui mal regge la storta, e sotto la cui influenza buona parte dell'acido nitrico si decompone: che ad evitare questo inconveniente è d'uopo servirsi per la stessa quantità di nitrato di potassa, ossia 1264, di due volte 612,5

d'acido solforico. Adoperando per questa guisa, il nitrato di potassa sotto una temperatura non molto elevata si risolve in acido nitrico ed in potassa, che congiunta alla quantità d'acido solforico impiegata si converte in *bisolfato*, il quale per 589 di potassa contiene 1000 di acido solforico, considerato come senz'acqua. La quantità d'acido impiegato ossia 2×612,5 si può rappresentare così.

(2×500) acido solforico
(2×112,5) acqua.

Di quest'ultima, 112,5 rimangono nel bisolfato che si trova come residuo nella storta, e 112,5 si combinano con 675 d'acido nitrico e con esso passano alla distillazione.

Sarà adunque d'uopo modificare la succennata espressione della preparazione dell'acido nitrico nel modo seguente.



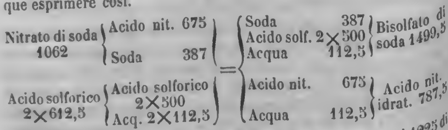
Nitrato di potassa 1264	Potassa 589 Acido nit. 675	=	Potassa 589 Acido solf. 2×500 Acqua 112,5	Bisolfato di potassa 1701,5
Acido solforico 2×612,5	2×500 acido solforico 2×112,5 acq.		Acido nit. 675 Acqua 112,5	Acido nitrico idratato 787,5

Dal che deduciamo che per 100 parti di nitrato di potassa è d'uopo adoperare 96,9 d'acido solforico.

Se si adoperi il nitrato di soda, le proporzioni debbono essere alquanto variate.

Infatti il nitrato di soda, per una quantità =675 d'acido nitrico senz'acqua contiene 387 di soda. Per convertire questa quantità di soda in bisolfato è d'uopo impiegare 2×612,5 d'acido solforico, con che si ottengono 675 d'acido combinato con 112,5 d'acqua.

La preparazione dell'acido nitrico col nitrato di soda si potrà adunque esprimere così.



Nitrato di soda 1062	Acido nit. 675 Soda 387	=	Soda 387 Acido solf. 2×500 Acqua 112,5	Bisolfato di soda 1499,5
Acido solforico 2×612,5	Acido solforico 2×500 Acq. 2×112,5		Acido nit. 675 Acqua 112,5	Acido nit. idrat. 787,5

Per decomporre adunque 1062 di nitrato di soda vogliensi 1225 di acido solforico ossia 115 %.

§. 114. Quantunque spesso si impieghi acido nitrico sia nelle ricerche chimiche sia nell'esercizio delle arti, è raro tuttavia che chi lo consuma il prepari egli stesso, trovandosi questo prodotto in assai gran copia in commercio proveniente dalle fabbriche di prodotti chimici, nelle quali esso si prepara su d'una grande scala. Il metodo che in queste si segue è essenzialmente lo stesso che abbiamo testè descritto; varia però nella forma e nella disposizione dell'apparecchio.

La decomposizione del nitrato di potassa o di soda col mezzo dell'acido solforico si fa in un cilindro di ferro fuso C (*fig.* 92), collocato

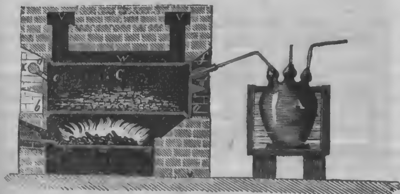


fig. 92

sopra un focolare disposto per modo che la fiamma del combustibile lo inviluppi e lo scaldi in tutto il suo ambito. Due fondi mobili ne chiudono i due estremi; nell'uno d'essi *a*, *b*, è scolpita in alto un'apertura circolare *c*, la quale si può chiudere a volontà col mezzo di un turacciolo K di terra cotta; l'altro *f*, *g*, è munito pur esso di una tubulatura



fig. 93

d a cui si adatta un tubo di vetro, che comunica coll'apparecchio in cui i vapori d'acido nitrico debbono venir condensati. Questo consiste in una serie di bottiglie di gres e comunicanti le une colle altre. Ordinariamente i cilindri si dispongono appaiati in un forno, ciascun paio ha un focolare speciale come scorgesi nella *fig.* 93. Le bottiglie che seguono immediatamente i cilindri vengono unite col mezzo di tubi di vetro o di *grès*, con una terza, la quale a sua volta si pone in comunicazione colle seguenti come scorgesi nella *fig.* 94. La bottiglia che immedia-

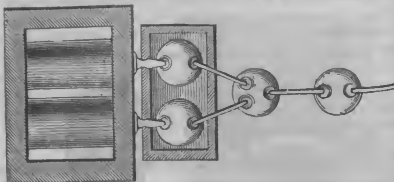


fig. 94

tamente comunica col cilindro, debbe essere immersa in un truogolo in cui contengasi dell'acqua fredda, la quale per una corrente continuata si rinnovi a misura che si riscalda, e favorisca la condensazione dell'acido.

In tutte le bottiglie si pone un poco d'acqua, più però nella prima che nelle seguenti. I cilindri devono essere di ghisa grigia: ordinariamente essi hanno una lunghezza di metri 1,60, la loro spessezza è di 0,03, il loro diametro di 0,50.

Collocato in sito il fondo che deve congiungersi coll' apparecchio condensatore, e che chiameremo fondo anteriore, si pongono in sito le bottiglie, si stabiliscono le comunicazioni col mezzo dei tubi di vetro, i quali non devono penetrare nelle bottiglie che di qualche centimetro, e si lutano le giunture con argilla che si ricopre con un misto d'argilla e sterco di cavallo. Per la parte posteriore del cilindro si introduce il nitrato da decomporsi, poscia si appone il fondo posteriore e si luta: per la tubulatura poi di questo, e col mezzo d'un imbuto di ghisa E (*fig.* 95) si versa nel cilindro sopra il sale la quantità voluta d'acido solforico, e tolto l'imbuto si chiude la tubulatura col mezzo del



fig. 95

suo turacciolo. In cilindri delle dimensioni indicate, le quantità di materie da introdurvisi, sono

Nitrato di potassa	85 chil.
Acido solforico a 66 gradi A,	51 »

Nella prima bottiglia si introducono 4 chil. d'acqua, e minor quantità nelle seguenti.

Se adoprasi nitrato di soda le proporzioni sono

Nitrato di soda	85 chil.
Acido solforico	60 »

Caricati i cilindri si comincia il fuoco, il quale vuol essere dapprima assai dolce, e rinforzarsi in seguito per modo da portare i cilindri al calore rosso.

Per questa operazione giova un combustibile il quale arda con fiamma lunga, sicchè questa involga i cilindri e regolarmente li scaldi; un combustibile che non bruciasse con fiamma, siccome sarebbe l'arso o *coke*, e che fosse dotato di molto potere calorifico, non sarebbe opportuno, poichè porterebbe ad elevatissima temperatura quella parte dei cilindri la quale è immediatamente sovrastante al focolare, mentre il rimanente delle loro pareti non sarebbe sufficientemente riscaldato. Il miglior combustibile è il legno dolce, a cui si può anche sostituire la torba di buona qualità. L'operazione dura 12 ore. Il suo finire (come il suo cominciamento) si riconosce all'apparire dei vapori rossi che scorgonsi attraversare i tubi di comunicazione delle bottiglie condensatrici; a questo punto si dà un buon colpo di fuoco, quindi si cessa da ulteriore riscaldamento. La produzione dei vapori rossi ha origine, in principio dell'operazione, dalla facile decomposizione dell'acido nitrico sotto l'influenza del calore e di un corpo avido d'acqua quale è l'acido solforico; verso il finire dell'operazione essa dipende dalla forza del calore considerevolmente elevato che si debbe applicare ai cilindri per porre termine alla decomposizione del nitrato.

Tolto il fondo posteriore si estrae dal cilindro il solfato di potassa o di soda col mezzo di un raschiatoio (*ringard*), e fatta una seconda carica si comincia una seconda operazione.

Adoperando come dicemmo, da 85 chil. di nitrato di potassa si hanno per prodotto 85 chil. d'acido nitrico, ed 82 chil. di solfato di potassa.

Se si adoperano 85 chil. di nitrato di soda si ottengono 98 chil. d'acido nitrico e 75 di solfato di soda.

Abbiamo detto che operando in una storta di vetro per decomporre 100 di nitrato di potassa si dovrebbero adoperare 96,9 d'acido solforico, e che per 100 di nitrato di soda dovrebbero impiegarsi 115 dello stesso acido. Da ciò che dicemmo della preparazione nei cilindri, si scorge che nella fabbricazione in grande si adopera una quantità d'acido solforico minore dell'indicata, cioè per 85 di nitrato di potassa 51 d'acido, ovvero 60 per 100, e per 85 di nitrato di soda 60 d'acido ovvero 70 per 100. La ragione di questa differenza sta in ciò che 1° i cilindri di ferraccio possono senza gran danno venir sottoposti a temperatura molto elevata, a cui non reggono le storte di vetro, temperatura sotto la cui potenza si ottiene la decomposizione totale del nitrato, senza impiegare tanto d'acido solforico da convertirne la base in bisolfato; 2° se si impiegasse maggiore quantità d'acido solforico, una parte di questo, discacciata dal bisolfato per virtù del calore, distillerebbe nelle bottiglie condensatrici, rendendo assai impuro l'acido nitrico. 3° Operando in grande, e ponendo come abbiam detto, acqua nelle bottiglie condensatrici, non è gran danno che alquanto acido nitrico si decomponga nell'atto che si sprigiona, perciocchè l'acido iponitrico che si produce, venendo in contatto dell'acqua e decomponendovisi, ritorna in gran parte allo stato d'acido nitrico, siccome vedremo tra poco. A vece dell'acido solforico concentrato si potrebbe adoperare acido diluito con acqua; la decomposizione dell'acido nitrico durante la distillazione diventerebbe minore: ma i cilindri di ferraccio sarebbero prontamente corrosi, mentre possono resistere lungo tempo all'azione dell'acido solforico concentrato.

Il solfato di potassa o di soda che si ricavano dai cilindri terminata l'operazione si hanno a considerare come materiali utili ad altre fabbricazioni: basterà accennare che il primo si impiega nella fabbricazione dell'allume, il secondo nell'arte vetraria, nella fabbricazione del carbonato di soda ecc. (1).

(1) V'ha egli vantaggio nell'impiegare il nitrato di soda a vece del nitrato di potassa? Per quanto alla produzione dell'acido nitrico, egli è certo che a peso eguale ne fornisce più il primo che il secondo; il nitrato di soda inoltre è in commercio a minor prezzo del nitrato di potassa. È vero che per decomporre il

L'acido che si ricava dalle bottiglie di condensamento non è in tutte egualmente concentrato, ma più nella prima che nelle seguenti, e debolissimo nelle ultime. Questo adoprasi nelle susseguenti operazioni ponendolo nelle prime bottiglie, nelle quali concentrasi al punto voluto dal commercio.

I cilindri di ferraccio che si adoprano nella fabbricazione dell'acido nitrico sono soggetti ad essere corrosi: egli è principalmente alla loro parte superiore che più rimarchevole si rende la loro consumazione, la quale giunge finalmente al punto da renderli inetti ad ulteriore impiego. Per ritardare questo termine suolsi rivolgerli dopo un certo numero di operazioni per modo che quella loro parte che più è corrosa ed indebolita venga a trovarsi inferiormente collocata, e superiormente quella che venne meno danneggiata. Questa però dopo nuove operazioni viene anch'essa a corrodersi, talchè il cilindro intero trovasi allora incapace di ulteriormente servire, ed è giuoco forza sostituirgliene un nuovo.

Per evitare questo inconveniente, o renderlo meno gravoso, si pensò in questi ultimi anni ad un ripiego di cui faremo un breve cenno.

Il cilindro di ferraccio si costruisce in due parti o semi-cilindri, i quali si sovrappongono l'uno all'altro, e si incastrano esattamente: il superiore, che si trova durante l'operazione in contatto dei vapori di acido nitrico, si intonaca internamente con argilla refrattaria, poco alterabile dall'acido nitrico; l'inferiore non va soggetto a preparazione di sorta: le commessure tra i due semicilindri si rendono impermeabili ai vapori coll'interporvi vetro di borace in polvere, il quale sotto l'azione del calore si fonde, e rende perfetto il combaciamento delle labbra dei due semicilindri. Di questi il superiore resiste lunghissimo tempo; l'intonaco interno si può d'altronde rinnovare: il semicilindro inferiore, poco soggetto a deterioramento, si muta quando pel lungo uso venne consumato.

A questi cilindri così costrutti si danno maggiori dimensioni che

primo fa d'uopo impiegare più acido solforico che pel secondo, ma si consideri che quest'acido è di pochissimo valore, e che il maggior dispendio di esso non torna che a vantaggio del fabbricante, il quale ottiene una quantità proporzionatamente maggiore d'acido nitrico. Trattandosi però di scegliere tra un nitrato e l'altro, il fabbricante non dovrà solo prender norma dal valore commerciale dei nitrati, ma altresì dal prezzo dei solfati residui, il quale può cangiare secondo le circostanze dei luoghi, dei tempi, delle vicende delle varie industrie ecc.

non sono quelle dei cilindri ordinariamente impiegati, e se ne colloca un solo per ogni focolare; una serie di bottiglie a due colli riceve il prodotto della distillazione.

§. 115. L'acido nitrico che si ottiene in questa preparazione eseguita nel modo descritto non è puro; esso può contenere

1° Un acido formato come esso d'ossigeno e d'azoto, ma meno ossigenato, che dicesi acido iponitrico.

2° Acido solforico.

3° Solfato di potassa o di soda; questi sali che vengono meccanicamente trascinati dai vapori, o lanciati sotto forma di spruzzi, incontransi principalmente nella prima bottiglia.

4° Cloro, proveniente dai cloruri che per lo più si contengono nei nitrati di potassa e di soda che si adoprano per la fabbricazione dell'acido nitrico.

Si riconosce la presenza dell'acido iponitrico al colore rossigno, o giallo ranciato più o meno intenso, che esso comunica all'acido nitrico. L'azione del calore è sufficiente per togliere questa impurità, perciocchè l'acido iponitrico è volatile. Si può per tal fine porre l'acido nitrico ottenuto in storte di sufficiente capacità, collocate sopra un bagno di sabbia e scaldarvelo dolcemente, finchè non se ne sprigionino più vapori rossi.

Talvolta accontentansi i fabbricanti di porre le bottiglie stesse di condensazione, contenenti l'acido nitrico, su d'un bagno di sabbia alquanto caldo, in posizione inclinata, ed aperte per guisa che in esse si stabilisca spontaneamente una corrente d'aria; l'acido iponitrico lentamente si estrica ed è trascinato dall'aria, ed in parte subisce un'ulteriore ossidazione per cui si converte in acido nitrico. Si potrebbe pur anche fare attraversare l'acido da una corrente di gas acido carbonico, il quale trascinerebbe con sè l'acido iponitrico, e ne renderebbe più pronta l'eliminazione (1).

L'acido solforico si riconosce aggiungendo all'acido nitrico allungato con acqua qualche goccia d'una soluzione di nitrato di barita, la quale vi produce immediatamente un precipitato bianco granoso

(1) Il sig. Millon ha consigliato di togliere l'acido iponitrico all'acido nitrico aggiungendo a questo alquanta urea (materia cristallizzabile contenuta nell'orina umana), e quindi distillandolo, l'urea e l'acido iponitrico si decompongono in acqua, acido carbonico ed azoto.

pesante di solfato di barita. Questo stesso reagente produce lo stesso precipitato quando l' acido nitrico contiene solfato di soda o di potassa; la presenza di questi sali potrà riconoscersi evaporando una certa quantità d' acido in una bacinella di platino; essi daranno un residuo salino e fisso, che sciolto nell'acqua produrrà un precipitato bianco (*solfato di barita*) quando vi si aggiunga soluzione di nitrato di barita. Prima d'esplorare però l'acido nitrico col mezzo del nitrato di barita è d'uopo allungarlo con acqua, perciocchè il reagente accennato, quando si trova in contatto dell'acido nitrico concentrato, in cui è poco solubile, vi si precipita sotto forma di polvere cristallina, che si potrebbe confondere col solfato di barita. Senza questa precauzione si giudicherebbe impuro un acido anche purissimo.

Il cloro che s'incontra sempre nell'acido nitrico del commercio si riconosce versando nel detto acido qualche goccia di soluzione di nitrato d' argento, il quale vi produce tosto un precipitato più o meno voluminoso di *cloruro d'argento*, bianco, pesante, che coll'agitazione si rappiglia in fiocchi e prende l'aspetto del latte quagliato, che esposto alla luce solare si annerisce, che è insolubile negli acidi, e solubile nell'ammoniaca.

§. **114.**—Impuro qual è l'acido nitrico del commercio può servire a molti usi nelle arti: spesso però l'artefice ed il chimico hanno d' uopo d' acido nitrico affatto sgombro da ogni materiale straniero; in tal caso è d'uopo ricorrere ad operazioni di purificazione.

Nell' acido nitrico impuro si versa soluzione di nitrato d' argento finchè più non vi cagioni intorbidamento. Quando il precipitato di cloruro d'argento così ottenuto si riunì al fondo del vaso, si decanta l'acido limpido, e vi si aggiunge soluzione di nitrato di barita, finchè più non si produca da questo reagente un sensibile intorbidamento: si abbandona nuovamente l'acido al riposo perchè si rischiari: il liquido a questo punto non contiene più cloro, che tutto fu tolto dall'argento, e che formò il cloruro precipitatosi; nè acido solforico, che fu tutto preso dalla barita precipitata allo stato di solfato: sibbene esso può ancora tenere sciolti i nitrati di potassa o di soda, ed i nitrati d'argento e di barita impiegati in eccesso come mezzi di depurazione; la distillazione viene qui in acconcio, siccome quella che separa l'acido nitrico volatile dai sali accennati che sono fissi.

L'operazione si eseguisce ordinariamente nello stesso apparecchio che è rappresentato dalla *fig.* 91, §. 112. Questa operazione vuol essere

condotta in guisa che dal ventre della storta non vengano a passare nel collo di essa spruzzi di liquido, i quali conterrebbero i sali dai quali vuolsi l'acido esente, e da questo trascinati lo renderebbero impuro.

La distillazione dell'acido nitrico presenta un fenomeno particolare che qui deve essere menzionato: talvolta, benchè siasi la sua temperatura elevata al punto della bollizione, esso non bolle tuttavia e non distilla che lentissimamente, ma di quando in quando dal fondo della storta si sprigionano vapori in gran copia e tumultuariamente, i quali agitano e sollevano il liquido violentemente, e talvolta lo lanciano nel collo della storta, sicchè esso passa nel recipiente: questi slanci del liquido imprimono inoltre una scossa alla storta, la quale se fosse troppo sottile di pareti, potrebbe di leggeri rompersi, il che, oltre a cagionare la perdita dell'acido, sarebbe pericoloso per l'operatore, il quale difficilmente potrebbe evitare di respirare aria carica dei vapori dell'acido che si spanderebbe sul focolare ecc.

A rendere più regolare lo sprigionamento dei vapori, ed evitare gli accennati inconvenienti, giova introdurre nella storta qualche frantume di vetro, o qualche filo di platino torto sopra se stesso a modo di spirale o di gomitolo non molto stretto: questi corpi stranieri facilitano la bollizione; i vapori si sprigionano intorno ad essi tosto che l'acido trovasi alla temperatura opportuna per la sua bollizione, la quale procede per tal guisa regolare ed uniforme.

Non occorre ora quasi di dire quali sieno i caratteri della purezza dell'acido nitrico: esso deve essere incoloro, limpido, evaporarsi senza residuo, non dare verun precipitato quando vi si aggiunga nitrato di argento o nitrato di barita.

Il procedimento che abbiamo descritto è quasi esclusivamente riserbato alla purificazione dell'acido nitrico, che vuolsi consacrare a ricerche scientifiche od a lavori analitici; esso è costoso, e non si pratica nelle fabbriche di prodotti chimici: in queste usasi per lo più aggiungere all'acido nitrico una quantità sufficiente di nitrato di piombo, o di litargirio, e procedere alla distillazione. L'acido solforico ed il cloro si convertono in solfato ed in cloruro di piombo, i quali rimangono nella storta, mentre l'acido nitrico si distilla sufficientemente puro per gli usi più frequenti.

L'acido nitrico del commercio è talvolta torbido per materiali stranieri che vi caddero dentro, come per cagion d'esempio frammenti

di turaccioli, o simili (1): in tal caso è d'uopo procedere alla filtrazione; questa però non può eseguirsi per mezzo dei filtri ordinarii di carta, perciocchè l'acido nitrico li distruggerebbe prontamente; si adopra per tal'uopo un imbuto di vetro, nel cui collo si introduce un poco d'amianto ben pulito e non troppo compresso nè troppo soffice, su cui si versa l'acido nitrico torbido, il quale, passando attraverso i filamenti dell'accennata sostanza, vi lascia sopra le materie sospese e si raccoglie compiutamente limpido.

§. **115**. L' acido nitrico può mescersi con quantità variabilissime d'acqua; in tal guisa si ottengono acidi sempre più deboli a misura che la proporzione dell'acqua s'accresce.

Possiamo considerare siccome punto di partenza l'acido il più concentrato, in cui le quantità d' acido reale e d'acqua corrispondono a

Acido nitrico	1 eq. =675	ossia %	85,71
Acqua	1 eq. =112,5		14,29

Aggiungendo acqua a quest' acido in proporzioni crescenti noi ne scemiamo la forza, e ne rendiamo più deboli le reazioni. L'acido concentrato dicesi anche *acido nitrico fumante*, poichè lasciato in vaso aperto vi spande fumi densi convertendosi in parte in vapori.

Le arti adoprano acido nitrico a gradi diversi di concentrazione, ed è cosa importante che il chimico ed il manifattore possano conoscere quando esso è, o non è acconcio ai loro bisogni. A tale oggetto usasi di esplorarne la densità, ovvero cercare qual grado esso segni all'areometro: per rendere intelligibile ciò che esporremo su questo particolare è d'uopo che si premettano alcune nozioni.

§. **116**. Si abbia una bottiglia il cui peso si conosca esattamente, sul cui collo stretto sia segnata una linea circolare che limiti una capacità esatta, per esempio di 100 cent. cub., e si riempisce fino al limite accennato, successivamente con diversi liquidi, cioè, con acido solforico concentratissimo, con acqua distillata, con olio d'oliva, con alcool, con etere; ad ogni volta si pesi con esattezza: si avranno pesi diversi, dai quali togliendo il peso della bottiglia vuota si

(1) L'acido nitrico non si deve conservare in bottiglie chiuse con turacciolo di sovero, ma in fiale munite di tappo di vetro smerigliato. I grandi fiaschi o damegiane nelle quali i fabbricanti conservano e trasportano quest'acido, si chiudono con turacciolo d'argilla cotta che si suggella con argilla e gesso, e si fissa quindi con una tela grossolana legata attorno al collo del fiasco.

avranno i pesi di misure eguali dei varii liquidi accennati. Così per l'acido solforico si avrà un peso di 185 gr., per l'acqua distillata di 100 gr., per l'olio d'oliva di 91 gr., per l'alcool di 79 gr., e per l'etere di 71,5 gr.

Egli è naturale conchiudere da queste osservazioni, che sotto lo stesso volume ha più materia il primo liquido che il secondo, più il secondo che il terzo ecc., od in altri termini che la materia è più addensata nel primo che nel secondo ecc. o finalmente che il primo ha una *densità* maggiore del secondo ecc. La parola *densità* indica adunque stipamento, ravvicinamento, accumulamento di materia; essa si argomenta maggiore o minore nei varii corpi dal maggiore o minor peso che in essi si osserva quando si pesano ad egual volume.

Da ciò risulta che quantunque non possiamo avere un'idea nè del numero delle molecole che i corpi contengono sotto egual volume, nè della disposizione di esse molecole, possiam tuttavia sempre asserire che le loro densità sono in ragione dei loro pesi a volume eguale, che quindi le densità dell'acido solforico, dell'acqua, dell'olio d'olivo, dell'alcool e dell'etere, stanno tra loro come i numeri

185—100—91—79—71,5.

Abbiamo supposto che si prenda di questi liquidi un volume di 100 cent. cubici, ma ognun vede che se si prendesse un altro volume qualunque d'acido solforico e gli si paragonassero gli altri liquidi sotto lo stesso volume, si avrebbero per ciascun liquido pesi diversi dai sopraccennati, i quali però starebbero tra di loro nella stessa ragione che si trova tra i numeri 185—100—91—79—71.5.

Così se prendessimo un volume di 50 cent. cubici degli accennati liquidi, i loro pesi sarebbero espressi dai numeri

92,5—50—45,5—39,5—35,75.

i quali stanno tra di loro esattamente come 185 : 100 : 91 : 79 : 71,5.

Dalle cose dette risulta che l'idea di densità è un'idea di paragone; che essa non può venire direttamente conosciuta, ma che si può esprimere dal rapporto dei pesi, qualunque essi sieno, purchè corrispondano a volumi eguali per tutti i corpi che si pongono in confronto.

I fisici ed i chimici convennero che per termine di paragone dei liquidi, si prendesse l'acqua distillata, e che la sua densità si considerasse come eguale ad 1. Partendo da questa base le densità dei

liquidi sopraccennati trovasi col mezzo delle seguenti proporzioni tra i pesi e le densità.

Per l'acido solforico .	100 : 185,0 : : 1 : x	ossia	1,850
Per l'olio d'olivo . .	100 : 91,0 : : 1 : x	»	0,910
Per l'alcool	100 : 79,0 : : 1 : x	»	0,790
Per l'etere	100 : 71,5 : : 1 : x	»	0,715

Abbiamo dedotti i rapporti di densità dai rapporti dei pesi dei varii liquidi sotto il volume di 100 cent. cubici. Possiamo egualmente argomentare delle densità ponendo in rapporto i pesi dei liquidi diversi pesati sotto un altro volume, per esempio di 50 cent. cubici.

Abbiamo infatti

Per l'acido solforico	50 : 92,50 : : 1 : 1,840
Per l'olio d'olivo	50 : 45,50 : : 1 : 0,910
Per l'alcool	50 : 39,50 : : 1 : 0,790
Per l'etere	50 : 35,77 : : 1 : 0,715

Con queste nozioni noi siamo ora in grado di comprendere come si possa procedere a determinare la densità di un liquido.

Si prenda una bottiglietta di vetro B (*fig.* 95) di capacità qualunque, purchè piccola, per esempio di 10 o 15 cent. cubici, perchè col suo peso non aggravi di troppo la bilancia che deve essere per tal uopo piuttosto che no delicata e sensibile, e si munisca d'un turacciolo C che vi entri a dolce ma esatto fregamento, il quale esso pure di vetro sia traforato in tutta la sua lunghezza da un canale di piccolo diametro *o*, *p*. Si porti sulla bilancia la bottiglietta ed il turacciolo e se ne noti il peso: ciò fatto si riempisca d'acqua distillata la bottiglia fino all'orlo, e con precauzione si introduca nel suo collo il turacciolo; questo non può introdurvisi senza comprimere e discacciare quel poco d'acqua di cui egli va ad occupare il posto, la quale trovando libero il canaluccio che vi è scolpito per esso si fa ad uscire. Adagiato il turacciolo si asciughi la bottiglia con accuratezza per toglierne l'acqua di cui potesse per avventura essere bagnata, e si riporti sulla bilancia.

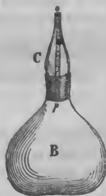


fig. 95

Il peso che si otterrà rappresenterà la somma dei pesi, della bottiglia vuota e dell'acqua; dalla qual somma sottraendo il peso conosciuto della bottiglia vuota si avrà per residuo il peso dell'acqua.

Vuotisi la bottiglia, e bene asciugata dentro e fuori (1), si riempisca del liquido di cui si vuole conoscere la densità; postovi quindi nuovamente il turacciolo, ed asciugatone siccome già dicemmo la esterna superficie, si riponga sulla bilancia. Dal peso che ora si otterrà tolgasi il peso della bottiglietta vuota; il resto darà il peso del liquido.

Chiamisi p il peso della bottiglietta vuota, P il peso della bottiglietta piena d'acqua, si avrà $P-p$ il peso dell'acqua.

Chiamisi P' il peso della bottiglietta piena del liquido di cui si cerca la densità, si avrà $P'-p$ pel peso di esso liquido; questi pesi corrispondono a volumi eguali; il loro rapporto darà il rapporto delle densità. Avremo adunque

$$P-p : P'-p :: 1 : x.=\frac{P'-p}{P-p.}$$

La densità di un liquido si trova adunque dividendo il suo peso $(P'-p)$, pel peso $(P-p)$, d'un egual volume d'acqua distillata. Sia, per cagion d'esempio p ossia il peso della bottiglia vuota eguale a 15 gr., P eguale 30 gr.; e P' eguale a 45 gr., avremo $P-p=15$ gr. $P'-p=30$ la densità del liquido sarà giusta la allegata espressione generale $\frac{30}{15}$ e perciò eguale a 2.

§. **117** La cognizione delle densità bene spesso giova nella pratica per giudicare quale sarà il peso d'un volume determinato di un liquido.

Si voglia per cagion d'esempio sapere quanto pesano 75 cent. cub. d'un liquido la cui densità è 1,35. Noi sappiamo che 1 cent. cub. d'acqua pesa 1 gr, che per conseguenza 75 cent. cub. d'acqua pe-

(1) Per asciugarla internamente, è d'uopo scaldarla sopra un dolce fuoco, e spingervi entro una corrente d'aria col mezzo d'un mantice al cui cannello sia unito un tubetto di vetro ben pulito: l'aria prende con sè e trascina allo stato di vapore quella poca acqua che rendeva umide le pareti della bottiglia. Si giudicherà che la bottiglia è affatto secca quando col raffreddarsi non si cuopre più internamente di quella tenue rugiada che forma il vapore d'acqua nel condensarsi. Quando non si avesse un mantice, si potrebbe ottenere l'intento introducendo nella bottiglia un tubetto di vetro, tenendone l'estremo libero tra le labbra, ed aspirando ripetute volte l'aria che è satura di vapore acquoso.

screbbero 75 gr. Poniamo adunque in proporzione le densità dell'acqua, e del liquido proposto, ed il peso dei 75 cent. cub. d'acqua; avremo

1	:	1,35	::	75 gr.	:	x
Densità dell'acqua		Densità del liquido		Peso di 75 c. c. d'acqua		Peso di 75 c. c. del liquido

onde $x=75\times1,35=101,25$.

Il peso d'un liquido sarà adunque il prodotto della sua densità moltiplicata pel suo volume.

Ritorniamo all'acido nitrico.

§. **118.** Si fecero analisi di miscugli diversi d'acido nitrico e d'acqua, ossia d'acidi di varia concentrazione, e si cercò qual fosse la loro densità: si trovò che col crescere la quantità dell'acqua la densità del miscuglio rendevasi sempre minore finchè quasi si confondeva con quella dell'acqua distillata. V'ha adunque nella conoscenza della densità dell'acido nitrico, un'utilità reale, posciachè quando questa sia conosciuta, si potrà tosto dire qual sia in esso la ragione tra l'acido reale e l'acqua:

Noi poniamo pertanto in questo luogo due tavole delle quali la prima dovuta al sig. Meissner mostra quali sieno le densità dei varii miscugli d'acido nitrico al massimo grado di concentrazione con quantità diverse e sempre crescenti d'acqua; l'altra dovuta al sig. Dott. Ure prendendo come punto di partenza un acido nitrico della densità di 1,500 mostra qual sia pei miscugli di quest'acido con quantità variabili d'acqua, e di densità ognor decrescenti, la loro ricchezza in 100 tanto in acido della succennata densità, quanto in acido considerato siccome anidro.

Tavola *delle densità dei miscugli d'acido nitrico e d'acqua secondo le ricerche del sig. Meissner* (1).

Acido nitrico della densità di 1,560	Densità a +17,5°	Acido nitrico della densità di 1,560	Densità a +17,5°	Acido nitrico della densità di 1,560	Densità a +17,5°	Acido nitrico della densità di 1,560	Densità a +17,5°
100	1,560	75	1,480	50	1,362	25	1,177
99	1,557	74	1,477	49	1,356	24	1,169
98	1,554	73	1,473	48	1,349	23	1,162
97	1,551	72	1,469	47	1,342	22	1,155
96	1,548	71	1,465	46	1,335	21	1,147
95	1,545	70	1,461	45	1,328	20	1,139
94	1,542	69	1,457	44	1,321	19	1,131
93	1,539	68	1,453	43	1,314	18	1,123
92	1,536	67	1,449	42	1,306	17	1,115
91	1,533	66	1,445	41	1,299	16	1,108
90	1,530	65	1,441	40	1,292	15	1,101
89	1,527	64	1,437	39	1,284	14	1,093
88	1,524	63	1,433	38	1,277	13	1,086
87	1,521	62	1,428	37	1,270	12	1,079
86	1,518	61	1,423	36	1,262	11	1,072
85	1,514	60	1,418	35	1,254	10	1,065
84	1,511	59	1,413	34	1,246	9	1,058
83	1,508	58	1,408	33	1,239	8	1,051
82	1,505	57	1,403	32	1,231	7	1,044
81	1,501	56	1,398	31	1,223	6	1,038
80	1,498	55	1,393	30	1,215	5	1,032
79	1,495	54	1,387	29	1,207	4	1,025
78	1,491	53	1,381	28	1,200	3	1,018
77	1,487	52	1,374	27	1,193	2	1,012
76	1,483	51	1,368	26	1,185	1	1,006

(1) Nella 1ª, 3ª, 5ª e 7ª colonna stanno le quantità d'acido della densità di 1,560 che si trovano in 100 dei varii miscugli del medesimo acido con acqua; la quantità di questa è facile a conoscersi aggiungendo ai numeri che sono registrati in queste colonne quanto è necessario per compiere il numero 100.

Tavola *delle densità dei miscugli d'acido nitrico e d'acqua secondo le esperienze del Dott. Ure* (1).

Densità del miscuglio	Acido della densità di 1,500. 0/0	Acido anidro 0/0	Densità del miscuglio	Acido della densità di 1,500. 0/0	Acido anidro 0/0	Densità del miscuglio	Acido della densità di 1,500. 0/0	Acido anidro 0/0
1,5000	100	79,700	1,3783	66	52,602	1,1895	33	26,301
1,4980	99	78,903	1,3732	65	51,805	1,1833	32	25,504
1,4960	98	78,106	1,3681	64	51,068	1,1770	31	24,707
1,4940	97	77,309	1,3630	63	50,211	1,1709	30	23,900
1,4910	96	76,512	1,3579	62	49,414	1,1648	29	23,113
1,4880	95	75,715	1,3529	61	48,617	1,1587	28	22,316
1,4850	94	74,918	1,3477	60	47,820	1,1526	27	21,519
1,4820	93	74,121	1,3427	59	47,023	1,1465	26	20,722
1,4790	92	73,324	1,3376	58	46,226	1,1403	25	19,925
1,4760	91	72,527	1.3323	57	45,429	1,3345	24	19,128
1,4730	90	71,730	1,3270	56	44,632	1,1286	23	18,331
1,4700	89	70,933	1,3216	55	43,835	1,1227	22	17.534
1,4670	88	70,136	1,3163	54	43,038	1,1168	21	16,737
1,4640	87	69,339	1,3110	53	42,241	1,1109	20	15,940
1,4600	86	68,542	1,3056	52	41,444	1.1051	19	15,143
1,4570	85	67,745	1,3001	51	40,647	1,0993	18	14,346
1,4530	84	66,948	1,2947	50	39,850	1,0935	17	13,549
1,4500	83	66,155	1,2887	49	39,053	1,0878	16	12,752
1,4460	82	54,354	1,2826	48	38,256	1,0821	15	11,955
1,4424	81	64,557	1,2765	47	37,459	1,0764	14	11,158
1,4385	80	63,760	1,2705	46	36,662	1,0708	13	10,361
1,4346	79	62,963	1,2644	45	35,865	1,0651	12	9,564
1,4306	78	62,166	1,2583	44	35,068	1,0595	11	8,767
1,4269	77	61,369	1,2523	43	34,271	1,0540	10	7,970
1,4228	76	60,572	1,2462	42	33,474	1,0485	9	7,173
1,4189	75	59,775	1,2402	41	32,677	1,0430	8	6,376
1,4147	74	58,978	1,2341	40	31,880	1,0375	7	5,579
1,4107	73	58,181	1,2277	39	31,083	1,0320	6	4,782
1,4065	72	57,384	1,2212	38	30,286	1,0267	5	3,985
1,4023	71	56,587	1,2148	37	29,489	1,0212	4	3,188
1,3978	70	55,790	1,2084	36	28,692	1,0159	3	2,391
1,3945	69	54,993	1,2019	35	27,895	1,0106	2	1,594
1,3882	68	54,196	1,1958	34	27,098	1,0053	1	0,797
1,3833	67	53,399						

(1) Le colonne 2ª, 5ª ed 8ª mostrano le quantità d'acido della densità di 1,500 che si contengono in 100 parti dei varii miscugli compresi nella tavola. La quantità d'acqua mescolata all'acido si trova cercando quanto sia d'uopo aggiungere a ciascun numero per farlo uguale a 100.—Le colonne 3ª, 6ª e 9ª indicano quanto d'acido nitrico considerato come anidro si contenga nei varii miscugli: ciò che è d'uopo aggiungere ai numeri in esso compresi per farli eguali a 100 indica la quantità d'acqua che essi contengono in 100 parti.

§. **119.** L'uso di queste tavole suppone che il chimico sia giunto sperimentalmente alla conoscenza della densità dell'acido che ha tra le mani. Ora egli è d'uopo confessare, che per quanto semplice sia il procedimento che guida a questa conoscenza, esso è lontano dalla prontezza e facilità di esecuzione che vuolsi nel commercio e nell'esercizio delle arti; e che gli strumenti ai quali è d'uopo ricorrere per tale scopo troppo sono delicati, e richieggono troppo lungo esercizio perchè si possano giudicare esatte le loro indicazioni quando non sieno adoperati da mano esercitata ed esperta.

Fortunatamente si può giungere allo stesso scopo, a conoscere cioè la composizione d'un acido nitrico, col mezzo d'un altro strumento, l'*areometro* o *pesa-acidi*, il quale per la sua semplicità e per la facilità con cui si adopera, e per la sufficiente esattezza delle sue indicazioni, risponde in modo soddisfacente ai bisogni delle arti e del commercio.



fig. 96

L'areometro o pesa-acidi (*fig.* 96), è un tubetto C di vetro regolarmente cilindrico, di pareti assai sottili, chiuso ad uno dei suoi due estremi, ed unito per l'altro con una sfera S soffiata e vuota, a cui mediante un piccol collo sta unita un'altra piccola sfera M che contiene mercurio o grani di piombo. Nella parte cilindrica C sta inchiusa una listerella di carta su cui è segnata una graduazione, la quale, essendo lo strumento collocato verticalmente, comincia dalla sua parte superiore per lo zero, e si continua in basso verso la sfera S con divisione in parti eguali segnate di 5 in 5; queste parti si chiamano *gradi* del pesaacidi.

Così costrutto questo strumento deve essere pesante per modo che allorquando si immerge nell'acqua distillata, vi si affondi fino allo zero, e vi si arresti galleggiando ed in posizione verticale, il che si ottiene dal fabbricante dandogli una forma regolarmente simmetrica in tutta la sua lunghezza, e moderando in modo conveniente la quan-

tità di piombo o di mercurio che egli introduce nella sfera M, la quale fa appunto le funzioni della zavorra o stiva di un vascello che ne regola l'immersione nel mare, e ne mantiene l'equilibrio.

La fisica insegna, che allorquando un corpo si immerge in un liquido, perde tanto del suo peso quanto pesa il volume del liquido che esso discaccia, e di cui esso viene ad occupare il posto; che perciò quando un corpo si immerge solo parzialmente, sicchè il liquido non ricopra che una parte della sua figura, è segno che quel tanto di liquido che esso discaccia è sufficientemente pesante per fare equilibrio al suo peso, e distruggerne interamente l'effetto. Suppongasi per esempio che un corpo pesi 10 gramme, ed abbia un volume di 20 cent. cub., se si immerga nell'acqua distillata, di cui, come sappiamo, ogni centimetro cubico pesa una gramma, il suo affondarsi non si farà che fino a metà del suo volume, perchè appunto immergendosi a quel segno esso scaccia tanto di liquido (10 cent. cub.) quanto basta a fare equilibrio al suo proprio peso (10 gr). Che se questo corpo conservando il medesimo volume di 20 cent. cub. pesasse 15 gramme, egli dovrebbe, posto nell' acqua, immergersi più che nel caso precedente, perciocchè quando non discacciasse che 10 cent. cub. d'acqua, non perderebbe che 10 gr. del suo peso, di cui rimarrebbero ancora 5 gr. efficaci nel determinare un' ulteriore immersione, la quale dovrà necessariamente continuarsi finchè giunga ai $^3/_4$ della superficie del corpo, ossia a 15 cent. cub., nel qual caso le 15 gramme del peso del corpo si troveranno compiutamente equilibrate dalle 15 gramme d'acqua scacciate.

A volumi eguali l' immersione dei corpi galleggianti è in ragione diretta del loro peso.

L'arrestarsi d'un galleggiante ad un dato segno d' immersione essendo indizio d'un equilibrio stabilito tra il suo peso e quello del volume di liquido che esso discaccia, ne consegue, che in liquidi che abbiano egual densità, il che vuol dire che sotto lo stesso volume abbiano lo stesso peso, uno stesso galleggiante di peso invariabile s'immergerà sempre allo stesso segno, perciocchè non varieranno le condizioni necessarie all' equilibrio; e per necessaria conseguenza, l'immersione sarà diversa in liquidi di diversa densità. Se io prendo lo stesso strumento che ha 20 cent. cub. di volume, e che pesando 10 gramme, si immerge a metà del suo volume nell'acqua distillata, e lo porto in un liquido la cui densità sia doppia di quella dell' acqua

distillata, ossia di cui 1 centim. cub. pesi 2 gr., è chiaro che l'immersione non dovrà più effettuarsi che fino al punto in cui venga scacciato un volume di liquido che pesi 10 gr. ossia 5 cent. cub.; se invece io porto lo stesso galleggiante in un liquido che non abbia che $^2/_3$ della densità dell'acqua, ossia di cui 1 cent. cub. pesi $^2/_3$ di gr.; esso vi si immergerà più che nell'acqua distillata, e la sua immersione dovrà giungere fino al punto che esso abbia scacciato 15 cent. cub. di liquido, perchè si vorranno 15 cent. cub. di quel liquido ad eguagliare il peso del galleggiante ($15 \times ^2/_3 = 10$).

Conchiudiamo da ciò, che l'immersione d'un galleggiante in liquidi di diversa densità è diversa, maggiore nei liquidi meno densi, minore nei più densi; ed in generale che l'immersione d'un galleggiante, è in ragione inversa delle densità dei liquidi.

Da quanto abbiam detto si comprende come l'areometro serva di indizio delle maggiori o minori densità dei liquidi. Se si prenda il pesa-acidi, il quale nell'acqua distillata si immerge fino allo zero, e si porti in una soluzione salina, od in un altro liquido qualunque più denso dell'acqua, esso non vi si affonderà più allo stesso segno, e tanto meno si affonderà quanto è più denso il liquido.

Così avverrà se lo immergiamo nell'acido nitrico, nell'acido solforico o nell'acido cloridrico, i quali sono tutti più densi dell'acqua, e nei quali esso si immergerà tanto meno quanto maggiore sarà la loro concentrazione.

Baumé a cui è dovuta la costruzione di questo strumento, stabilì una norma per graduarlo, norma affatto arbitraria, ma che però seguita invariabilmente dai costruttori ne rende le indicazioni costanti, ed utili all'industria.

Immerso l'areometro nell'acqua distillata, segnasi collo zero il punto di affioramento. Si immerge quindi in una soluzione di sale marino fatta con 85 parti d'acqua distillata e 15 di sale; il punto a cui l'areometro si arresta si segna col numero 15. Si divide l'intervallo tra i due segni in 15 parti eguali, e si continua la graduazione in parti eguali sull'asta dello strumento finchè si giunge al n° 70 od anche 75. Ogni divisione chiamasi grado dell'areometro.

Egli è evidente che l'uso di questo strumento si è quello di fissare gradi determinati di concentrazione e nulla più: il chimico, l'artefice ha bisogno per un'operazione, qualunque ella siasi, di un acido che segni all'areometro soli 25 gradi per cagion d'esempio, esso trovasi in

possesso d'un acido più concentrato, il che egli riconosce immergendovi l'areometro; suppongasi che questo strumento s'immerga solo fino ai 32 gradi: sarà facile il condur l'acido alla minor concentrazione voluta, aggiungendovi acqua, finchè l'areometro vi si immerga fino ai 25 gradi. Il fabbricante di prodotti chimici, i commercianti usano ad ogni momento questo strumento quando si tratta di fissare un determinato grado di forza dell'acido nitrico.

I chimici volendo rendere più utili che nol sarebbero di per sè le indicazioni dell'areometro, cercarono a' quali densità i suoi gradi corrispondono, il che essi stabilirono sperimentalmente; e poichè ad ogni densità corrisponde una determinata composizione, così egli si comprende come dalla conoscenza del grado che segna all'areometro un acido nitrico a qualunque grado di diluzione, si possa salire alla conoscenza della sua composizione, cioè della sua ricchezza in acido reale od anidro. Nella tavola che poniamo in questo luogo si trovano di contro ai gradi del pesa-acidi le densità alle quali essi corrispondono: per poter poi conoscere la ricchezza dell'acido nitrico che segna un determinato grado all'areometro è d'uopo consultare la tavola della pag. 185; così se si avesse un acido nitrico che segnasse al pesa-acidi 43 gradi, si trova in questa tavola che la sua densità è 1,3945, e consultando la tavola della pag. 185 si trova che la densità 1,3945 corrisponde a 69 $^0/_0$ d'acido della densità 1,500 ed a 54,995 d'acido reale od anidro (1).

L'acido della prima bottiglia dell'apparecchio a cilindri segna per lo più 42 gr. all'areometro, la sua densità è di 1,3818 esso contiene 53,399 $^0/_0$ d'acido reale.

L'acido del commercio segna ordinariamente 35 o 36 gr.

(1) Quando nella tavola della pag. 185 non si trovasse la densità esattamente eguale a quella che corrisponde ad un grado determinato dell'areometro, basterà prendere come buona quella che più le si approssima. Così nella tavola succennata non troviamo la densità 1,1014 corrispondente al grado 14 del pesa-acidi, ma si trova la densità 1,1031 che può considerarsi come identica alla prima, soprattutto nell'esercizio delle arti in cui così piccole differenze non hanno un volume apprezzabile. La tavola che qui inseriamo comprende densità anche di molto superiori alla massima dell'acido nitrico; ciò dipende da che questa tavola non serve solo per quest'acido ma anche per altri liquidi acidi o no, la cui densità massima possa salire a 2,0000. I gradi dell'areometro si segnano per lo più con un A.

Chiamasi *acqua forte* in commercio un acido nitrico debole, il quale segna soltanto 26 gr.; dicesi *acqua forte seconda* un acido più debole ancora, segnante 20 gr.

TAVOLA *dei gradi del Pesa-acidi di Baumé e delle densità corrispondenti, la temperatura essendo di 12,5°.*

Gradi	Densità	Gradi	Densità	Gradi	Densità
0	1,0000	26	1,2063	52	1,5200
1	1,0066	27	1,2160	53	1,5353
2	1,0133	28	1,2258	54	1,5510
3	1,0201	29	1,2358	55	1,5671
4	1,0270	30	1,2949	56	1,5833
5	1,0340	31	1,2562	57	1,6000
6	1.0411	32	1,2667	58	1,6170
7	1,0483	33	1,2773	59	1,6344
8	1,0556	34	1,2881	60	1,6522
9	1,0630	35	1,2992	61	1,6705
10	1,0704	36	1,3103	62	1,6889
11	1,0780	37	1,3327	63	1,7079
12	1,0857	38	1,3333	64	1,7273
13	1,0935	39	1,3451	65	1,7471
14	1,1014	40	1,3571	66	1,7674
15	1,1095	41	1,3694	67	1,7882
16	1,1176	42	1,3818	68	1,8095
17	1,1259	43	1,3945	69	1,8313
18	1,1343	44	1,4074	70	1,8537
19	1,1428	45	1,4206	71	1,8765
20	1,1515	46	1,4339	72	1,9000
21	1,1603	47	1,4476	73	1,9241
22	1,1692	48	1,4615	74	1,9487
23	1,1783	49	1,4758	75	1,9740
24	1,1875	50	1,4902	76	2,0000
25	1,1968	51	1,4951		

§. 120. **Azione del calore sull'acido nitrico.** L'acido nitrico presenta sotto l'aspetto dell'azione che il calore esercita su di esso due fenomeni degni di osservazione. Il punto della sua bollizione varia secondo il grado di concentrazione, e per una anomalia singolare, si eleva sino ad un certo segno col diminuirsi la sua densità, per diminuir quindi finchè si fa stazionario.

Si prenda l'acido nitrico concentratissimo, contenente 14 % d'acqua, la cui densità è 1,52, il suo punto di bollizione si troverà a +86°. Vi si aggiunga poca acqua, e si distilli tenendovi un termometro immerso affine di esplorarne la temperatura. Si osserverà che questa a misura che l'acido distilla, va sempre crescendo finchè giunge a+123°, e qui si fa stazionaria.

Per l'incontro prendasi acido nitrico debolissimo, per esempio della densità di 1,15 che bolle a+104°, ed introdottolo in una storta si sottoponga alla distillazione, se anche in questo caso tiensi conto della temperatura dell'acido, si trova che questa ascende a misura che la distillazione procede, finchè essa giunge a+123°, al qual segno l'acido distilla senza ulteriore accrescimento di temperatura.

Dalton e Mitscherlich, diedero a questo riguardo la seguente tavola, la quale può tornare di qualche utilità ogni qual volta si voglia conoscere la relazione tra il grado di concentrazione dell'acido nitrico ed il suo punto di bollizione.

Densità	Temperatura della bollizione.
1,52	86
1,50	99
1,45	115
1,42	123
1,40	119
1,35	117
1,30	113
1,20	108
1,15	104

L'acido che distilla a +123 è un composto d'acqua e d'acido nitrico in proporzioni definite; esso contiene

1 equiv. d'acido nitrico =675
4 equiv. d'acqua =112,5×4=450

Una temperatura molto elevata quale sarebbe il calore rosso decompone l'acido nitrico, e lo risolve in ossigeno ed in composti meno ossigenati dell'azoto.

La luce solare decompone pur essa l'acido nitrico concentrato, e lo colora in rosso, egli è perciò opportuno tenerlo nell'oscurità.

§. 121. **Reazioni dell'acido nitrico.** L'acido nitrico ha la reazione schietta degli acidi, arrossa vivamente la tintura di tornasole, de-

compone i carbonati con effervescenza, esso è uno degli acidi più potenti, ed è avidissimo di combinarsi colle basi, colle quali forma sali che con nome generico si chiamano *nitrati*.

L'effervescenza che esso produce in contatto dei carbonati di potassa, di calce ecc. è dovuta allo sprigionamento dell'acido carbonico; questo fenomeno si presenta frequente nei laboratorii chimici nei quali preparansi i nitrati delle diverse basi; esso presentasi altresì quando o per inavvertenza o con uno scopo determinato si versa acido nitrico su d'una lastra di marmo, la quale prontamente ne viene corrosa, e perde il lustro che l'arte le avesse compartito. Su questa azione dell'acido nitrico sui carbonati, si fonda il suo uso nell'arte litografica.

La pietra litografica infatti è un *carbonato di calce*. Poichè su di essa il disegnatore, colla matita litografica, o col pennello servendosi dell'inchiostro litografico, vi delineò un'imagine qualunque, il litografo vi versa sopra una debole soluzione di gomma, a cui aggiunse acido nitrico in piccola quantità, e ve lo lascia quel tempo che egli giudica opportuno. L'acido nitrico appena tocca la superficie della pietra vi produce una effervescenza, indizio di decomposizione, la quale non si effettua che là dove la matita od il pennello non lasciò segno sulla pietra, e che è necessaria perchè i tratti superficiali e poco rilevati della matita o del pennello prendano uel rilievo che è opportuno, perchè si possano trasportare ben precisi sulla carta col mezzo dell'impressione.

Per lo più la reazione dell'acido nitrico sui corpi coi quali si pone a contatto, è quella di una fissazione di una parte del suo ossigeno, mentre esso si converte in composti meno ossigenati dell'azoto.

Si bagni con acido nitrico concentrato carbone leggero in polvere sottile e bene asciutto; basterà scaldarlo moderatamente perchè se ne sviluppino vapori rossi e densi (acido nitroso od iponitrico) mentre il carbone si converte in acido carbonico, facendosi talvolta incandescente pel forte calore che vi si sviluppa.

Si faccia bollire acido nitrico concentrato, e vi si gettino per entro alcuni pezzetti di fosforo; una reazione viva si manifesterà, accompagnata da produzione di vapori rossi e densi, mentre il fosforo si convertirà in acido fosforico. Il solfo in simili circostanze si convertirebbe in acido solforico.

Pel chimico e pel manifattore, egli è importante conoscere in

qual modo l'acido nitrico si comporti coi metalli, poichè egli è specialmente nel trattamento di questi che frequentissimo occorre il suo impiego.

Tra i metalli alcuni si sottraggono all'azione ossidante di quest'acido, quali sono per cagion d' esempio l' oro, il platino: invano il chimico farebbe bollire acido nitrico anche concentratissimo in contatto di questi metalli, che essi non ne verrebbero punto alterati.

Altri metalli, e sono nel maggior numero, in contatto dell' acido nitrico, e principalmente se si aggiunga l' azione del calore, si ossidano a dispendio del suo ossigeno, mentre si producono vapori rossi d'acido nitroso od iponitrico, o sprigionasi biossido o protossido d'azoto: tali sono il ferro, il rame, l'argento, il piombo, lo stagno ecc. per non dire del potassio, del sodio, e d'altri congeneri i quali vi si fanno incandescenti.

Per lo più l'ossidazione prodotta dall'acido nitrico genera un ossido il quale combinandosi col superstite acido forma un nitrato, quasi sempre solubile o nell'acido stesso o nell'acqua. Così l'argento ossidato dall'acido nitrico si cangia in nitrato d'ossido d'argento; in egual guisa si comportano il rame, il piombo, lo zinco, il mercurio ecc.

Alcuni metalli si ossidano, è vero, ma non si disciolgono nell'acido nitrico; tali sono lo stagno e l'antimonio: gli ossidi di questi metalli non sono capaci di combinarsi con l'acido nitrico.

Su questi modi particolari di azione dell'acido nitrico sui metalli, si fondano procedimenti analitici dei quali più diffusamente dobbiamo tener discorso in altra occasione, ma che tuttavia già fin d' ora ci sembra utile accennare.

Si prenda una lamina d'una lega d'oro 1 parte ed argento 3 parti; s'introduca in un matracciuolo di vetro, e vi si versi sopra una quantità sufficiente d'acido nitrico, che basterà segni 32 o 35 gr. all'areometro: poscia si scaldi il matracciuolo; in pochi istanti una reazione d'ossidazione avrà luogo, la quale durerà fin tanto che tutto l'argento sarà disciolto. Cessata la reazione si troverà in fondo del liquido la lamina ridotta a minor peso e minor volume, priva affatto d'argento e convertita in oro purissimo. L'argento si avrà tutto nel liquido acido, allo stato di ossido combinato coll'acido nitrico, e formante un sale che si chiama *nitrato d'ossido d' argento*. Questo modo di separare l'oro dall'argento è quello appunto che seguesi nell'analisi delle

monete, dell'argento dorato: argomento questo su cui a suo tempo maggiormente ci diffonderemo.

Il bronzo è una lega di rame e di stagno in proporzioni variabili: il fonditore di cannoni o di campane ha spesso bisogno di cercare qual sia la composizione di un bronzo del commercio, affine di riconoscere se esso è acconcio o no allo scopo a cui egli lo destina. Per ciò fare egli ne prende una porzione, la riduce in piccoli frammenti od in polvere sottile, ed introdottola in un matracciuolo vi fa reagir sopra un poco d'acido nitrico alquanto concentrato: l'ossidazione si incomincia tosto, e procede di per sè; essa però si rende più facile col riscaldamento: lo stagno prontamente si converte in ossido insolubile, il rame si ossida e combinandosi coll'acido nitrico (nitrato d'ossido di rame) si discioglie; cessata l'ossidazione, ed aggiunto un poco d'acqua alla soluzione si versa questa su d'un filtro, con che la separazione dei due metalli si trova compiuta, rimanendo l'ossido di stagno sul filtro, il rame sciolto nel liquido allo stato di nitrato.

L'arte dell'incidere sul rame si vale bene spesso dell'azione ossidante che esercita l'acido nitrico su questo metallo. L'incisore ricuopre la lastra di rame su cui egli vuole incidere col mezzo d'una vernice cui l'acido nitrico non possa alterare (1), composta di cera e di materie resinose e bituminose: quindi col bulino incide sovr'essa per modo che ogni tratto ponga a scoperto la superficie del rame sottoposto. Ciò fatto egli circonda la lastra con un orlo di cera e sopra vi versa acido nitrico convenientemente allungato, lasciandovelo poi quanto egli giudica opportuno perchè si incavino nel rame quelle linee che egli avea tratteggiato (2). Tolta la vernice si scopre il disegno, a

(1) Per questa vernice usasi un miscuglio di cera vergine 2 p., asfalto 2 p., pece nera 1 p., pece di Borgogna 1 p. Si fondono le due prime sostanze assieme, ed in un altro vaso le due seconde riunite, e quando queste seconde sono liquide, si aggiungono alle prime e si mescono intimamente.

(2) Gli incisori adoprano due miscugli acidi diversi. Il primo, *acido forte*, si compone di

Acido nitrico ordinario 1 p.
Acqua . . . . 2 p.
Nitrato di rame. . . 60 grammi per ogni litro di miscuglio.

Il secondo o *acido debole* è un misto di

Acido nitrico ordinario 1 p.
Acqua . . . . 4 p.

cui l'artefice pone l'ultima mano col bulino prima di procedere all'impressione.

L'acido nitrico si adopra nell'avvivare alcuni metalli, quali sono il bronzo, l'ottone, il rame, allorquando voglionsi indorare; esso serve a togliere dalla superficie degli oggetti metallici lo strato d'ossido che osterebbe all'aderenza perfetta dell'oro, sia che voglia procedersi all'indoratura a fuoco, sia che si ricorra al procedimento galvanico.

In tutte queste operazioni nelle quali l'acido nitrico reagisce sui metalli, è d'uopo che l'operaio si collochi in luogo d'onde i vapori acidi ed i gas che si sviluppano mentre esso reagisce vengano trasportati fuori del laboratorio da una corrente d'aria opportunamente diretta (*v.* Aria atmosferica).

L'acido nitrico allorquando è concentratissimo e privo d'acido iponitrico o nitroso, si mostra talvolta inerte su alcuni metalli, i quali tuttavia sono moltó pronti all'ossidazione.

Pongasi in un acido nitrico della densità 1,50 (gr. 47 ar.) dello stagno anche ridotto in lamelle sottili, niuna reazione apparente avrà luogo: si versi dell'acqua nel miscuglio e così si scemi la concentrazione dell'acido; la reazione tosto si manifesterà vivissima con grandissima elevazione di temperatura. Nella stessa guisa il bismuto conserva nell'acido nitrico concentratissimo la sua lucentezza metallica, mentre un acido debole lo ossida e lo discioglie con gran prontezza: simili fenomeni presenta il ferro, il quale si cuopre d'uno strato sottile di colore talora giallognolo, tal'altra azzurrognolo o nero, prodotto da un principio d'ossidazione che oltre non progredisce, e lo preserva da ulteriore ossidazione.

§. **122**. Degna di particolare studio, è l'azione dell'acido nitrico sulle materie organiche: trattando di queste diremo per ciascuna, se sarà opportuno pel nostro scopo, delle reazioni che su di esse esercita questo acido. Per ora ci limitiamo a dare su questo argomento un cenno generico bastante però allo scopo di farci fin d'ora nella mente un quadro dei fatti che più frequentemente si presentano in tali circostanze.

Tra le sostanze organiche alcune presentano le reazioni delle basi le più energiche, e si combinano cogli acidi formando dei sali. Queste sostanze possono eziandio combinarsi con l'acido nitrico senza soffrire veruna alterazione, e formano dei nitrati. Tali sono i così

detti alcaloidi, siccome la chinina, la cinconina, la morfina ecc.; altre, come le sostanze grasse, gli olii essenziali, le materie azotate neutre ecc. poste a contatto dell'acido nitrico, soprattutto se concorra inoltre l'azione del calore, soffrono profonda alterazione dipendente da ossidazione che in esse ingenera l' acido nitrico cedendo loro una parte del suo ossigeno, e convertendosi in gradi minori d'ossidazione dell' azoto. Da questa reazione risultano composti svariatissimi, che per ciascun corpo verranno a tempo debito studiati se sarà utile pel nostro scopo. Queste reazioni sono accompagnate da elevazione di temperatura, talvolta da estricamento di corpi gasosi violentissimo, per cui il miscuglio viene lanciato fuori del vaso in cui si opera ecc. Talvolta alla sostanza organica privata di una parte di alcuni de' suoi elementi si aggiungono i componenti dell' acido nitrico, risultandone composti instabili, i quali o per elevazione di temperatura o per un urto meccanico si decompongono rapidamente, con produzione repentina di prodotti gasosi e scoppio talvolta violento: a questo genere appartengono la fibra legnosa, lo zucchero, la destrina, la lattina, la glicerina, la mannite. Ritorneremo su questo argomento trattando delle materie organiche in particolare e delle loro metamorfosi.

Una così energica azione ossidante dell' acido nitrico, spiega il perchè questo reagente sia un così potente distruggitore del maggior numero delle sostanze organiche coloranti.

I chimici ben sanno che allorquando una goccia d' acido nitrico viene a cadere sulla stoffa d' un abito colorato in nero (gallato di ferro), vi fa una macchia rossa cui nulla più vale a cancellare; l'acido nitrico decompone il gallato di ferro formando nitrato di ferro, mentre d'altra parte distrugge, o per lo meno altera, l'acido gallico che esso ha isolato. Si faccia bollire una soluzione d' indaco nell' acido solforico: quindi vi si aggiunga qualche goccia d' acido nitrico, si scorgerà il colore azzurro di questa sostanza scomparire, e succedere in sua vece un colore giallo. Di questa reazione si fa un' applicazione nella fabbricazione di tappeti di panno azzurro, sui quali imprimonsi disegni gialli il cui aspetto torna assai gradevole all'occhio. Ecco in qual modo si può procedere. Steso il tappeto su di una tavola vi si applica sopra e vi si comprime colla mano, perchè esattamente vi si adatti, una lastra di ottone o di rame, in cui sia intagliato il disegno che vuolsi eseguire in giallo, e sopra

vi si fa scorrere un pennello bagnato di acido nitrico che segni 4 gradi Ar., il quale non imbeverà del tappeto che quel tanto che rimase allo scoperto mercè gli intagli della lastra metallica. Si lascia continuare l'azione dell'acido finchè il disegno abbia preso un bel colore giallo, quindi si lava il tappeto affine d'esportare l'acido, di cui erasi inzuppato.

Egli è raro che operando in questa guisa si ottenga un disegno i cui profili sieno esattamente tracciati: l'acido facilmente scorre sotto la lastra malgrado che essa si comprima colla mano: quindi nascono bavature che rendono meno esatto del dovere il disegno. Per evitare questo inconveniente, usasi procedere nel modo seguente.

Si fanno cuocere

Amido 6 parti in
Acqua 56 parti

alla gelatina ottenuta si aggiungono e si mescono accuratamente 8 parti d'acido nitrico che segni all'areometro gr. 37 o 38 (densità 1,35 circa) e con essa si imprime sul panno come se si volesse imprimere con una materia colorante qualunque. Fatta l'impressione si porta il panno in una cassa di legno che si chiude esattamente, ed in cui col mezzo d'un tubo opportunamente disposto si lancia un getto di vapore d'acqua durante 10 o 15 minuti. Il calore accelera l'azione dell'acido nitrico sull'indaco, la colla d'amido fa sì che esso non iscorra oltre ai limiti precisi del disegno impresso, talchè questo riesce esattamente eseguito. La sostanza che venne applicata, e l'acido superstite, si esportano colle lavature.

Il colore elegante giallo che si produce mercè il procedimento indicato, se da una parte vuolsi attribuire all'ingiallimento dell'indaco, dall'altro deve ripetersi altresì dall'azione che l'acido esercita sulle sostanze animali, la quale è costantemente conseguita dal loro ingiallimento.

Si bagni con acido nitrico ordinario del commercio una matassa di lana o di seta bianca, dopo breve tempo si vedrà che il colore ne è mutato, e da bianco si è fatto d'un giallo vivo assai pronunciato.

Si immerga nell'acido nitrico il cannoncino d'una penna da scrivere, questo si vedrà ingiallito dopo breve contatto coll'acido. Egli è appunto in tal modo che si preparano le penne da scrivere; queste ancor *verdi*, (cioè recentemente estratte, e non ancora pre-

parate) sono grasse al tatto, molli ed opache. Per renderle trasparenti, asciutte e gialle, quali le desidera il commercio, usasi di sottoporle dapprima ad una temperatura di +60° o +70°, immergendole in uno strato di sabbia o cenere calda, quindi tuffarle nell'acido nitrico finchè sieno convenientemente ingiallite.

Su questa azione dell' acido nitrico fondasi un metodo facile di riconoscere se in un liquido, anche dotato di debole reazione acida, si contengano tracce anche piccole di quest' acido libero.

Si pone il liquido in una cassola di porcellana, vi si aggiungono alcune raschiature sottili di un cannoncino d' una penna da scrivere, quindi si evapora il liquido a lentissimo fuoco; se v'ha acido nitrico si scorge che le raschiature si tingono in giallo quando il liquido è già ben ristretto, od è quasi interamente evaporato, sempre però in modo sufficientemente manifesto.

Per un' analoga azione di ossidazione l' acido nitrico altera il colore naturale dei legni tingendoli più o meno in giallo rossigno od anche in rosso. Quindi lo stipettaio, l'ebanista ricorrono al suo impiego quando vogliono col legno del noce imitare il mogano, legno assai più raro e prezioso.

Per lo più a tale scopo usasi semplicemente di bagnare il legno con acido nitrico finchè il suo colore sia quale si desidera, pulirlo quindi, e coprirlo di vernice a lacca od altra che più si giudichi opportuna. A rendere più vivace il colore e più simile a quello del mogano, giova aggiungere alla vernice a lacca una materia colorante solubile nell'alcool, quale sarebbe il *sangue di drago* (1).

D'altre applicazioni dell'acido nitrico non farem qui che brevissima menzione: esso si impiega in gran copia alla fabbricazione dell'acido solforico, nella preparazione del solfato di sesqui-ossido di ferro, che i tintori adoprano sotto il nome di ruggine (rouille), nella fabbricazione dell'azzurro di Berlino affine di avvivarne il colore; misto coll' acido cloridrico costituisce l' acqua regia che si impiega nella dissoluzione dell' oro e del platino; infine serve quest' acido alla

(1) Il sig. Boetiger consiglia di procedere nel seguente modo. Bagnare il legno con acido nitrico: quando è asciutto spalmarlo con una soluzione di sangue di drago ed alcool a parti eguali; ed asciugato, bagnarlo con una soluzione di 750 parti di gomma lacca, 750 d'alcool, ed 8 di carbonato di soda. Così preparato il legno si pulisce colla pomice e si vernicia. Il sanguo di drago è il sugo concreto di una pianta.

preparazione di molti nitrati, dei quali considerevol consumo fanno le arti ecc.

§. **123**. L' acido nitrico siccome ossidante, quando alquanto concentrato venga a toccare i tessuti viventi, li altera, li disorganizza. La rapidità con la quale questo effetto si produce è in ragione della sua concentrazione.

I chimici ed i manifattori che si servono di questo energico reagente, ben sanno come esso non possa impunemente venire a contatto della pelle delle mani o del volto di chi lo maneggia senza ingiallirla con grande prontezza, ed eccitare là dove la tocca un prudore che presto si converte in cociore vivissimo, e come l'azione sua continuata termini coll'ulceramento.

L'epidermide ingiallita dall'acido nitrico non si scolora per la lavatura; essa è divenuta come corpo morto, e presto si sfoglia sostituita da altra che la natura provvidamente rigenera.

Quest'azione distruggitrice si manifesta altresì, e più pronta e più perniciosa, sulle membrane sottili e delicate del ventricolo quando per caso l'acido nitrico venga inghiottito; dolori acerbissimi e la morte sono le conseguenze ordinarie dell' azione di questo potente veleno, a cui, se concentrato, raramente può opporsi efficace antidoto. Sia adunque cura di coloro, che per l'arte loro fanno uso di questo reagente il tenerlo custodito, per modo che niuno l' adopri fuori di chi ne conosce l' infensa natura. Che se accadesse che alcuno ne avesse imprudentemente bevuto, tosto si abbia ricorso a quei mezzi, i quali affievolendolo ne rendono minore l'azione, o saturandolo lo convertono in composti innocui all'economia animale. Così utilmente si amministrerà al paziente abbondante acqua ed olio, od una soluzione di gomma, quindi si potrà con vantaggio ricorrere alla magnesia, ad una soluzione di sapone; la prima saturando l'acido lo converte in nitrato di magnesia innocuo per sè; la soluzione di sapone si decompone cedendo la soda che essa contiene, la quale forma nitrato di soda, sale innocuo, mentre l'acido grasso si pone in libertà, e come sostanza oleosa può pure essere utile spalmando le pareti del ventricolo, ed isolandole in certo modo dal contatto dell'acido nitrico.

§. **124**. Da quanto abbiam detto da bel principio, l'acido nitrico non si deve considerare siccome un prodotto dell'arte chimica; questa non fa che estrarlo per via di chimiche operazioni dai nitrati che la natura ci offre spontaneamente formati. A suo tempo parleremo dei nitrati e

delle circostanze nelle quali essi si producono, e dei procedimenti col mezzo dei quali essi si purificano e si rendono acconci ai varii usi delle arti.

Possiamo però già fin d'ora accennare ad alcuni fatti, la conoscenza dei quali può sparger luce sulla nitrificazione.

L'azoto e l'ossigeno alla temperatura ordinaria possono starsene in mescolanza senza che veruna azione chimica venga ad eccitarsi tra di loro. Testimonio ne sia l'aria che respiriamo, in cui l'azoto e l'ossigeno mescolati rimangono affatto indifferenti l'uno per l'altro. Però un'esperienza di Cavendish prova che sotto l'azione d'una serie continuata di scintille elettriche la combinazione diretta dell'ossigeno coll'azoto si può effettuare. Si pongano due bicchieri contenenti mercurio l'uno accanto all'altro (*fig.* 97), si riempisca a metà di mercurio un tubo piegato a modo di *v*, per guisa che vi rimanga uno spazio ripieno d'aria; vi si aggiunga alcunchè di soluzione di potassa caustica, quindi turatine i due estremi col pollice delle due mani lo si capovolga, e se ne immergano le due braccia nel mercurio dei due bicchieri, l'aria e la soluzione alcalina si raccoglieranno nella parte piegata del tubo siccome scorgesi nella figura. Si ponga ora il mercurio d'uno dei bicchieri in comunicazione col conduttore d'una macchina elettrica, e si faccia comunicare il mercurio dell'altro bicchiere col suolo per mezzo d'un filo metallico. Posta in azione la macchina elettrica, una serie di scintille scoccherà fra le due colonne di mercurio elevantisi nelle due braccia del tubo; le elettricità si satureranno attraverso l'aria. Quando l'operazione si sarà continuata per un certo tempo si esplori la soluzione di potassa, e si troverà che essa contiene tracce sensibili di nitrato di potassa.

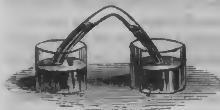


fig. 97

La combinazione dell'ossigeno con l'azoto si può pure ottenere per altri modi.

Si faccia un miscuglio di 1 parte d'azoto e 12 o 14 parti d'idrogeno, e si introduca in una vescica munita di chiave a cui sia adattato un cannello di vetro terminato in punta sottile. Aperta la chiavetta accendasi il gas, e tosto si faccia passare il cannello che porta la fiamma in un pallone pieno d'aria o d'ossigeno: ivi la combustione si conti-

nuerà: le pareti del pallone immediatamente si cuopriranno di vapori d'acqua, la quale avrà sensibili caratteri d'acidità, dovuti all'acido nitrico prodottosi. Recentemente il sig. Kolbe ha riconosciuto che quando si fa detuonare un misto d'idrogeno, ossigeno, ed azoto, quest'ultimo si unisce con una parte dell'ossigeno, e produce acido nitrico, il quale, se l'esperienza si fa sul mercurio, intacca questo metallo ossidandolo e convertendolo in nitrato.

Può adunque il gas azoto nelle circostanze speciali delle quali abbiam fatto cenno combinarsi coll'ossigeno, e formare direttamente acido nitrico.

Abbiam voluto accennare a questi fatti, poichè la natura sembra riprodurli su d'una grande scala per la genesi dell'acido nitrico e dei nitrati.

Infatti se si analizza l'acqua piovana proveniente da nubi temporalesche attraversate da frequenti e violenti lampi, vi si trova sensibile l'acido nitrico, combinato però coll'ammoniaca, la quale, proveniente dalla putrefazione delle sostanze organiche e sparsa nell'atmosfera, vien presa dall'acqua che questa attraversa, e contrae combinazione con l'acido nitrico, a cui diede origine l'elettrica scintilla come nell'esperimento di Cavendish.

Quei depositi abbondantissimi di nitrato di soda che s'incontrano nel suolo americano, non sembrano potersi spiegare altrimente che coll'intervento dell'elettricità atmosferica, frequentissimi essendo colà i temporali, cento volte più tremendi di quelli che scuotono la nostra atmosfera. Aggiungasi, che l'aria atmosferica contiene certamente materiali gasosi idrogenati, i quali sotto l'azione della scintilla fulminea che si lancia tra una nuvola e l'altra debbono incendersi; non è quindi improbabile che come nell'esperimento di Kolbe una parte dell'azoto venga essa pure bruciata, e generi acido nitrico.

Nella formazione dell'acido nitrico e dei nitrati concorrono tuttavia altri corpi ed altre potenze, delle quali ci proponiamo di dire a suo tempo quando avremo attinte altre cognizioni di fatto che ora non possediamo ancora.

§. **125**. L'acido nitrico combinandosi colle basi, forma sali i quali con nome generico si chiamano Nitrati; la composizione di questi, allorquando sono neutri, è costantemente tale che per una quantità di base che contenga 100 d'ossigeno vi si incontra una quantità d'acido eguale a 675, la quale risulta da ossigeno 500, azoto 175. La quan-

tità pertanto costante 675 d'acido nitrico si combina con quantità variabili di basi, nelle quali però trovasi costante la quantità 100 di ossigeno.

Così abbiamo

Nitrato di soda	Acido nitrico	675			
	Soda	387	=	Sodio	287
				Ossigeno	100
Nitrato di potassa	Acido nitrico	675			
	Potassa	589	=	Potassio	489
				Ossigeno	100
Nitrato di calce	Acido nitrico	675			
	Calce	350	=	Calcio	250
				Ossigeno	100
Nitrato di barite	Acido nitrico	675			
	Barite	955	=	Bario	855
				Ossigeno	100

Il rapporto adunque tra l'acido nitrico e la base è determinato dalle quantità d'ossigeno di quella e di questa, le quali si devono trovare tra loro come 5 : 1.

Richiamiamo ora quanto fu detto intorno alla composizione dei carbonati neutri (§ 97). In questi una quantità d'una base qualunque la quale contenga 100 di ossigeno si trova combinata con una quantità d'acido carbonico eguale a 275, in cui 75 di carbonio sono unite a 200 di ossigeno. Il rapporto dell'ossigeno dell'acido a quello della base è come 2 : 1.

Una quantità di una base qualunque la quale contenga 100 d'ossigeno è adunque capace di saturare 275 d'acido carbonico siccome è capace di saturare 675 d'acido nitrico. Da ciò deduciamo che se in contatto d'un carbonato si pone acido nitrico, sicchè ne risulti decomposizione di quello e formazione d'un nitrato, le quantità d'acido carbonico scacciato e d'acido nitrico combinantesi colla base del carbonato decomposto, staranno sempre tra loro come 275 : 675. Inoltre se abbiasi una quantità determinata d'un carbonato neutro, e si voglia decomporre col mezzo dell'acido nitrico supposto senz'acqua, si potrà dalla conosciuta natura del carbonato argomentare quanto dell'acido nitrico sarà necessario per ottenere una decomposizione compiuta: noi sappiamo che il carbonato di potassa è composto di potassa 589, acido carbonico 275 e che per saturare 589 di potassa, vogliونsi

675 d'acido nitrico, che perciò per decomporre 864 di carbonato di potassa esigonsi 675 d'acido nitrico.

Uno stesso ragionamento ci conduce a riconoscere che per decomporre una quantità di carbonato di calce = 625, e contenente

Calce 350 }
Acido carbonico 275 } esigonsi 675 d'acido nitrico ecc.

Dalle quali cose si argomenta che quando si prenda una quantità d'acido nitrico non conosciuta, si potrà giungere a determinarla cercando quanto esso valga a decomporre d'un carbonato di composizione conosciuta.

Su queste basi si fonda un metodo semplice col quale il chimico ed il manifattore possono con una sufficiente esattezza riconoscere la quantità d'acido nitrico reale (anidro), che si contiene in un acido nitrico del commercio, od in un liquido qualunque, il quale non contenga verun altro acido libero che l'acido nitrico.

Si prenda un piccol cubo di marmo (carbonato di calce) bianco, puro quanto più si può, e dotato di sufficiente aggregazione perchè non si sfasci per l'immersione in un liquido, e si pesi esattamente; poi si pesino 100 gr. del liquido acido da esaminarsi. Posto questo in un cilindro alquanto profondo di vetro, vi si ponga dentro il cubo di marmo, e vi si lasci finchè l'effervescenza che tosto si manifesta sia compiutamente cessata. Quando siasi giunto a questo segno estraggasi il cubo, si lavi accuratamente e si asciughi tenendolo per qualche tempo in un luogo tiepido, poi si pesi una seconda volta: la diminuzione di peso indica la quantità di carbonato di calce che l'acido nitrico ha disciolto. Allora si ragioni così.

Se 625 di carbonato di calce sono decomposte esattamente da 675 d'acido nitrico, a quanto d'acido corrisponde la quantità di carbonato di calce decomposto?

Suppongasi che le 100 gr. d'acido nitrico del commercio così sperimentato abbiano disciolto 32 gr. di carbonato: si istituirà la seguente proporzione:

$$625 : 675 :: 32 : x \text{ ed } x = \frac{675 \times 32}{625} \text{ ossia } x = 34,4.$$

Quell'acido adunque sarà in 100 parti composto di

Acido nitrico reale	34,4
Acqua	65,6
	100,0.

Egli è evidente che questo modo di sperimentare può con molta facilità eseguirsi, non richiedendo che l'uso d'una bilancia alquanto sensibile, ed un semplicissimo calcolo di proporzione; che inoltre esso si dovrà sostituire alla determinazione della densità dell'acido, ed all'impiego dell'areometro quando il liquido acido per acido nitrico contenga allo stato di soluzione sostanze, le quali ne alterino sensibilmente la densità.

Ecco la tabella in cui trovansi registrate di fronte alle quantità di carbonato di calce disciolto, le quantità d'acido nitrico reale contenuto in 100 gramme d'un liquido.

TAVOLA *delle quantità di carbonato di calce disciolte, e delle quantità d'acido nitrico reale alle quali esse corrispondono.*

Carbonato di calce disciolto	Acido nitrico anidro, in 100 parti di liquido	Carbonato di calce disciolto	Acido nitrico anidro, in 100 parti di liquido	Carbonato di calce disciolto	Acido nitrico anidro, in 100 parti di liq.
60	64,8	40	43,2	20	21,6
59	63,7	39	42,1	19	20,5
58	62,6	38	41,0	18	19,4
57	61,6	37	40,0	17	18,3
56	60,5	36	38,9	16	17,3
55	59,4	35	37,8	15	16,2
54	58,3	34	36,7	14	15,1
53	57,2	33	35,6	13	14,0
52	56,2	32	34,6	12	12,9
51	55,1	31	33,5	11	11,8
50	54,0	30	32,4	10	10,8
49	52,9	29	31,3	9	9,7
48	51,8	28	30,2	8	8,6
47	50,8	27	29,2	7	7,5
46	49,7	26	28,1	6	6,5
45	48,6	25	27,0	5	5,4
44	47,5	24	25,9	4	4,3
43	46,4	23	24,8	3	3,2
42	45,4	22	23,8	2	2,2
41	44,3	21	22,7	1	1,1

Acido Iponitrico. $AzO^4 = 575$.

§. **126.** Prendasi nitrato di protossido di piombo, si riduca in polvere, e si scaldi moderatamente in una cassola di porcellana per bene asciugarlo: poi lo si introduca in un tubo di vetro un po' forte, e si scaldi sulla fiamma d'una buona lampada a spirito. Si vedrà il tubo riempiersi di vapori rossi e pesanti, manifesto indizio di decomposizione del sale, il quale finalmente si troverà convertito in protossido di piombo o litargirio.

Per raccogliere il prodotto della decomposizione del nitrato di piombo si pone questo sale ben secco entro una storta di vetro poco fusibile o di porcellana, o di vetro ordinario ma lotata (1) (*fig.* 98), a

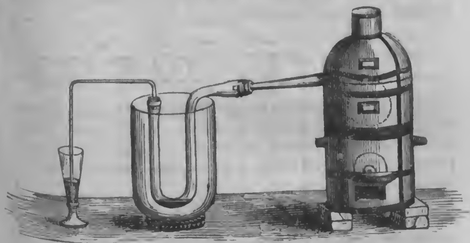


fig. 98

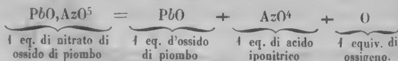
cui si adatta un tubo piegato ad u terminato da un tubo sottile il cui estremo libero si immerge in un bicchiere contenente un sottile strato di mercurio. Si scalda la storta gradatamente: il nitrato si decompone: vapori rossi se ne sprigionano e vengono a riempiere il tubo ri-

(1) Il loto che si adopera per tale scopo è una pasta molle d'argilla e sabbia, che si applica regolarmente sul ventre della storta e vi si fa seccare lentamente.

curvo, il quale tiensi durante questa operazione circondato d'un misto di ghiaccio e sale, e quivi si condensano in un liquido, mentre all'estremo aperto dell'apparecchio si sprigionano bolle gasose, le quali sono di ossigeno. Il prodotto che si condensa nel tubo è acido nitrico da cui si è separata una certa quantità d'ossigeno, od in altri termini è un corpo che rappresenta l'azoto ad un grado d'ossidazione inferiore a quello a cui si trova nell'acido nitrico. Che la cosa sia così il dimostrò l'analisi, la quale svelò che quel liquido è composto di 175 d'azoto, e 400 di ossigeno. Paragonando questa composizione con quella dell'acido nitrico che risulta dalla combinazione di 175 d'azoto con 500 d'ossigeno, troviamo che questo per convertirsi nel prodotto liquido ottenuto ha dovuto perdere $^1/_5$ del suo ossigeno.

Questo corpo venne detto acido iponitrico, poichè nella scala decrescente dell'ossidazione dell'azoto segue immediatamente l'acido nitrico. La sua formola è AzO^4.

La decomposizione del nitrato di piombo da cui esso si ottiene si esprimerà colla seguente equazione:



$$\underbrace{PbO,AzO^5}_{\text{1 eq. di nitrato di ossido di piombo}} = \underbrace{PbO}_{\text{1 eq. d'ossido di piombo}} + \underbrace{AzO^4}_{\text{1 eq. di acido iponitrico}} + \underbrace{O}_{\text{1 equiv. di ossigeno.}}$$

§. **127**. L'acido iponitrico non si mantiene liquido che a bassa temperatura; esso bolle secondo Gay-Lussac a $+26^0$, secondo Peligot a $+22^0$. A -20^0 è incoloro, ma non sì tosto sente l'azione di temperatura meno bassa si colora in giallo bruno, quindi in giallo rossiccio ed in rosso scuro.

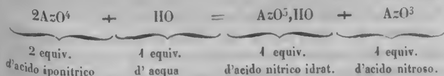
Il suo sapore è acido; i suoi vapori hanno spiacevole odore nauseante, eccitano la tosse, e possono produrre la soffocazione. Come l'acido nitrico, ma più prontamente, ingiallisce la pelle, la lana, ed in genere le sostanze organiche azotate, sulle quali esso esercita un'azione ossidante decomponente.

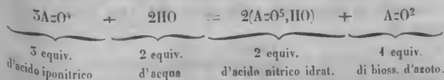
È solubile nell'acido nitrico, e lo colora, diversamente però secondo i gradi di concentrazione. L'acido nitrico la cui densità è 1,51 ne vien tinto in bruno: quello che ha la densità di 1,41 ne è colorato in giallo; prende una tinta verde quello che ha la densità di 1,32; a gradi minori di concentrazione, esso veste un colore azzurro dapprima scuro quindi pallido, il quale finisce per iscomparire affatto in un acido debolissimo.

Simili gradazioni di colori si osservano quando all'acido iponitrico si aggiunge dell'acqua: la quale se è poca lo tinge in giallo, ed a misura che essa si fa predominante fa volgere il colore dell'acido al verde ed all'azzurro, finchè questo reso sempre più pallido si dilegua.

Questi fatti ci danno ragione delle colorazioni varie dell'acido nitrico del commercio, delle quali abbiamo già tenuto discorso (§. 115) e ci spiegano come l'acido concentrato il più colorato si scolori compiutamente quando si allunghi con acqua.

L'acido iponitrico non può trovarsi in contatto con l'acqua senza decomporsi, esso si converte in acido nitrico ed acido nitroso se l'acqua scarseggia, se questa abbonda, esso si cangia in acido nitrico e biossido d'azoto. Queste decomposizioni si rappresentano dalle seguenti formole:





Ritorneremo su questo argomento in altra occasione, perciocchè queste mutazioni dell'acido iponitrico in contatto dell'acqua, hanno una stretta connessione coi procedimenti coi quali si prepara l'acido solforico.

Del rimanente l'acido iponitrico non è capace di combinarsi colle basi; posto in contatto con una di queste, si decompone, convertendosi in acido nitrico ed in acido nitroso.



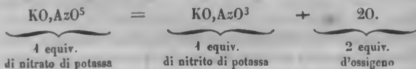
Acido nitroso. AzO^3=475.

§. **128**. Si ponga nitrato di potassa o di soda entro un crogiolo di porcellana e vi si scaldi gagliardamente: lo si vedrà fondersi, quindi entrare in effervescenza assai gagliarda, la quale si continuerà per un tempo più o meno lungo, secondo la quantità del sale e la temperatura a cui esso è sottoposto. Cessata l'effervescenza si versi la materia fusa in bacinella di ferro e vi si lasci raffreddare. Il nitrato in questa operazione viene decomposto, esso perde del suo ossigeno, ed egli è appunto allo sprigionarsi di questo che debbesi attribuire l'effervescenza che abbiamo indicata. Se il sale rassodato e freddo si tratta con acido solforico se ne sprigionano vapori rossi e densi, i quali sono d'acido nitroso. Se alla sua soluzione si aggiunge nitrato d'argento si ottiene un precipitato di nitrito d'argento.

L'azione del calore scaccia dal nitrato di potassa o di soda una parte del suo ossigeno e lo converte in un sale in cui l'acido è meno ossigenato del nitrico: le analisi di questo sale dimostrarono che esso è composto da potassa 589, acido nitroso 475, e che questo è composto da

Azoto	175
Ossigeno	300.

L'acido nitroso contiene adunque per una quantità costante d'azoto $^3/_5$ dell'ossigeno dell'acido nitrico. La conversione del nitrato di potassa in nitrito si esprime colla formola



$$\underbrace{KO,AzO^5}_{\text{1 equiv. di nitrato di potassa}} = \underbrace{KO,AzO^3}_{\text{1 equiv. di nitrito di potassa}} + \underbrace{2O.}_{\text{2 equiv. d'ossigeno}}$$

L'acido nitroso si forma altresì quando all'acido iponitrico tenuto alla temperatura di —20 si aggiunga la metà del suo peso d'acqua, ed il miscuglio si distilli quindi a +20° raffreddando il prodotto. Questo è gasoso alla temperatura ordinaria: bolle al disotto dello zero, e dà vapori giallo-rossi; in contatto dell'acqua si decompone e si converte in biossido d'azoto ed in acido nitrico.

Biossido d'azoto $AzO^2=375$.

§. 129. In una bottiglia A a due colli (fig. 99) si pongano frantumi di

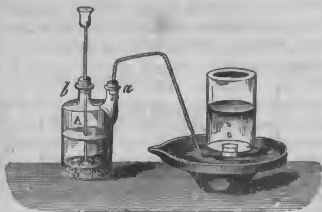


fig. 99

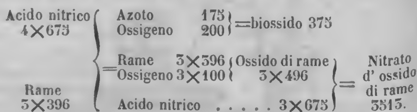
rame metallico, e pel tubo retto unito al collo *b* e terminato in imbuto, vi si versi sopra acido nitrico della densità di 1,2 ad 1,3 (da 26 a 36° A), al collo *a* si adatti col mezzo d' un buon turacciolo un tubo ricurvo, il quale venga ad immergersi in un bagno d'acqua, e col suo estremo libero si introduca in una bottiglia piena d' acqua e capovolta sul bagno; una reazione manifesta si ecciterà tra l'acido ed il metallo, accompagnata da effervescenza, e nella bottiglia si raccoglierà un corpo gasoso, il biossido d' azoto. Frattanto il rame a poco a poco si dileguerà, e finita l'operazione si troverà disciolto nel liquido intensamente colorato in azzurro allo stato di nitrato.

La spiegazione di questo fatto è facile. Il rame non si può combinare coll' acido nitrico, se prima non è convertito in ossido la cui composizione si rappresenta dalla formola CuO, e che risulta da rame 1 eq.=396, ossigeno 1 eq. =100, ed il cui equivalente perciò è=496. Questa quantità 496 d'ossido di rame esige per convertirsi in nitrato di rame una quantità d'acido nitrico che contenga 500 d'ossigeno, ossia 675.

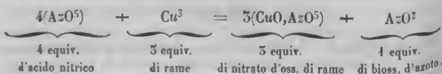
L'acido nitrico, appena tocco il metallo, opera l'accennata ossidazione, e cede $^3/_5$ del suo ossigeno, convertendosi in un composto il quale per 175 di azoto contiene 200 d'ossigeno. L'ossido di rame

formato si combina col superstite acido nitrico, o si trasforma in nitrato.

Ora l'acido nitrico essendo composto di 175 d'azoto e 500 d'ossigeno, deve cedere in questa reazione 300 di questo suo componente, e ne risulterà che la quantità di rame ossidata troverassi eguale a 3×396, che si combineranno con 3×675 d'acido nitrico. Questa reazione si può adunque rappresentare in tal guisa



La formola chimica con cui si esprime questa medesima reazione è la seguente



Non è solo il rame che fornisca biossido d'azoto quando si tratti con acido nitrico allungato: il mercurio, il bismuto gli si possono sostituire.

§. **130**. Questo composto ossigenato dell'azoto ha le seguenti proprietà.

Esso è un gas permanente ed incoloro, non è dotato di nissuna reazione sulle tinture di curcuma o di tornasole. È più pesante dell'aria poichè 1 litro di esso pesa gr. 1,349: è solubile sensibilmente nell'acqua, la quale ne scioglie $^1/_{20}$ circa del suo volume; non è atto alla respirazione, anzi introdotto in quantità anche poco notevole negli organi respiratorii opera siccome veleno, eccita la tosse e può produrre la soffocazione.

Non è combustibile, benchè avidissimo di contrarre combinazione coll'ossigeno. In concambio esso ha un'azione comburente pronunciata, benchè questa non si manifesti nè per tutti i corpi combustibili, nè in qualsiasi circostanza. Così per cagion d'esempio una candela accesa vi si spegne, come vi si spegne la fiamma del solfo; il fosforo

si può fondere entro questo gas senza che vi si accenda, ma se vi si introduce già acceso esso continua ad ardere, e più vivamente che nol faccia nell'aria atmosferica. Un pezzo di carbone incandescente brucia in questo gas più vivamente che nell'aria.

Questo gas opera pure come comburente su molti corpi metallici: così avviene col potassio, il quale vi si ossida, col soccorso però di artificiale riscaldamento, presentando i fenomeni della combustione. Il ferro, lo zinco, l'arsenico in simili circostanze vi soffrono ossidazione, però senza incandescenza.

Abbiamo detto che la composizione di questo gas è di azoto 175 ossigeno 200. Se ora cerchiamo in qual rapporto di volumi stieno tra di loro questi due elementi, troviamo che i loro volumi si corrispondono esattamente, e che il volume del biossido di azoto è esattamente eguale al volume complessivo dei due gas. Così se prendansi 4 litri di biossido d'azoto e si decompongano, si otterranno 2 litri di azoto e 2 litri d'ossigeno.

Avidissimo di passare a grado superiore di ossidazione questo gas non può trovarsi in contatto con ossigeno senza combinarvisi, convertendosi in acido nitroso od in acido iponitrico, secondo che maggiore o minore è la quantità d'ossigeno in cui s'incontra. Questa conversione si manifesta colla produzione di vapori rutilanti, i quali si spandono nello spazio occupato dal gas.

Si riempisca a metà di gas biossido d'azoto un pallone capovolto su d'un bagno d'acqua, quindi vi si introduca gas ossigeno; a misura che questo giungerà nel pallone il gas biossido d'azoto apparirà colorato intensamente in rosso ranciato; questo colore scomparirà coll'agitazione dell'acqua, la quale salirà nel pallone al disopra del primo suo livello; una nuova addizione d'ossigeno determinerà il ricomparire dei vapori rutilanti i quali a loro volta scompariranno con nuova ascesa dell'acqua, e così la cosa procederà finchè tutto il gas biossido d'azoto sarà scomparso. L'acqua del pallone frattanto prende in questo sperimento una sensibilissima reazione acida. La ragione di ciò sta nella proprietà degli acidi nitroso ed iponitrico di sciogliersi nell'acqua producendo acido nitrico.

Lo stesso arrossamento si osserva nella preparazione di questo gas: in sul principio della reazione dell'acido nitrico sul rame, vapori rossi riempiscono tosto il vaso in cui questa si effettua, per poi dileguarsi; essi hanno origine dall'incontro del gas coll'ossigeno dell'aria

che riempie lo spazio non occupato dal liquido, nè cessano che quando questo siasi interamente esaurito. Rimane però l'azoto dell'aria stessa, il quale sprigionasi misto col gas, di cui perciò le prime porzioni debbono rigettarsi siccome impure.

Il biossido d'azoto forma col solfato di protossido di ferro un composto bruno, il quale alla temperatura ordinaria non si decompone, ma non resiste all' azione del calore. L' accennato sale di ferro è adunque un reagente opportuno per discoprire il biossido d'azoto, sia sciolto, sia allo stato di gas.

Il biossido d'azoto è assorbito in quantità notevoli dell'acido nitrico, e questo ne viene tinto in bruno, in giallo, in verde, in azzurro, secondo che la sua concentrazione è maggiore o minore. Questo fatto riceve la sua spiegazione da ciò che il biossido d'azoto, avidissimo d'ossigeno, quando trovasi in contatto dell'acido nitrico lo decompone; ambidue si convertono in acido iponitrico. Questa decomposizione si fa più abbondante nell'acido concentrato, e meno nell'acido debole, finalmente cessa affatto nell'acido debolissimo, e cessa per la ragione che l'acido iponitrico in contatto dell'acqua non può conservare la sua composizione, e si risolve in acido nitrico e biossido d'azoto.

Il gas biossido d'azoto, per sè inetto alla respirazione, irrita e molesta fortemente le fauci ed il petto di chi lo respira, perciocchè vi penetra sempre misto con aria, e perciò convertito in acido nitroso od iponitrico, dai quali in presenza del vapore acquoso che si genera nell'atto della respirazione producesi acido nitrico. Egli è adunque cosa di grandissimo rilievo che gli operai i quali debbono servirsi dell'acido nitrico per l'avvivamento o la dissoluzione dei metalli (operazioni nelle quali sprigionasi più o meno abbondantemente biossido d'azoto), dispongano i loro apparecchi per modo che per correnti d'aria opportunamente dirette i gas perniciosi si trovino trasportati fuori del laboratorio. A tal uopo gioverà seguire le norme che verranno additate in seguito quando diremo dell'aria atmosferica.

Protossido d'Azoto. $AzO = 275$.

§. **131.** Il nitrato d'ammoniaca, sottoposto all'azione del calore, dapprima si strugge, quindi si decompone con effervescenza. I prodotti sono acqua e protossido d'azoto. Quest'ultimo si può raccogliere eseguendo l'operazione in una stortina a cui sia adattato un tubo ricurvo che s'immerga in un bagno d'acqua (*fig.* 100).

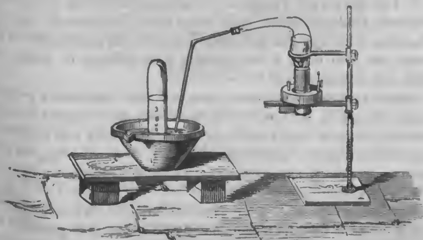


fig. 100

Vedremo tra poco che l'ammoniaca è composta di

1 equiv. di azoto $= 175$
3 equiv. d'idrogeno $= 3 \times 12{,}5 = 37{,}5$.

L'acido nitrico risulta da

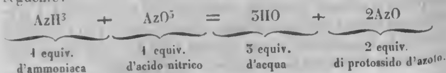
1 equiv. di azoto $= 175$
5 equiv. d'ossigeno $= 5 \times 100 = 500$.

A suo tempo vedremo pure che una quantità d'ammoniaca, il cui peso è $=212{,}5$, è combinata nel nitrato d'ammoniaca con un peso d'acido nitrico $=675$, e che perciò la formola di questo sale, considerato come se non contenesse acqua, sarebbe AzH^3, AzO^5.

Ora ogni peso d'idrogeno $=12{,}5$ richiede 100 d'ossigeno per convertirsi in acqua, per conseguenza $3 \times 12{,}5$ esigono 3×100 di ossigeno, che prendono dall'acido nitrico. Rimangono 2×100 di os-

sigeno e 2×175 d'azoto, donde risulta il protossido d'azoto. Questo gas infatti ha appunto l' accennata composizione ossia 175 di azoto e 100 d'ossigeno.

La formola che esprime questa decomposizione sarà adunque la seguente:



§. **132**. Questo gas è incoloro, ha un odore debole non spiacevole; respirato produce ebrietà, onde venne detto *gas ilarante*, *gas del Paradiso* ecc.; esso non può tuttavia servire alla respirazione; l'ebrietà che esso desta è conseguenza d'un afflusso di sangue al capo, che prolungato può diventar fatale.

Questo gas non è permanente; esso potè venir liquefatto, e portato anche alla solidità col mezzo di notevolissimo abbassamento di temperatura, siccome risulta dalle sperienze di Faraday e di Natterer; è solubile nell'acqua, la quale, secondo Davy, ne scioglie $^{54}/_{100}$ del suo volume, secondo Henry e Dalton da 80 ad 86; l'acqua che lo tiene sciolto prende un sapore dolcigno.

Il protossido d'azoto è più pesante dell'aria; 1 litro di esso pesa 1,972. Come il biossido d'azoto non ha azione nè sulla curcuma nè sul tornasole; non è combustibile; in contatto coll'ossigeno non soffre alterazione di sorta: alimenta la combustione meno attivamente che l'ossigeno puro, e più che il biossido; una candela vi arde vivamente, un solfanello che presenti un punto d' ignescenza vi si riaccende, il carbone vi arde come nell'ossigeno. Il fosforo scaldato in questo gas vi si può portare alla liquidità, ed anche distillare senza che vi si accenda; però se esso vi si immerga già acceso, la sua combustione si anima come nell'ossigeno.

Il solfo, se debolmente acceso, vi si spegne, non così se sia in piena combustione.

Un pezzo di potassio che si scaldi in questo gas vi brucia con prontezza; il volume del gas non si accresce e non si scema: cessata la combustione, il gas superstite non è più che azoto, il cui volume è eguale a quello del gas impiegato.

La composizione di questo gas è tale che 2 volumi di azoto vi sono combinati con 1 volume di ossigeno, colla riduzione di $^1/_3$, per

modo che esso rappresenta esattamente il suo volume di azoto, il quale non soffersc nè riduzione, nè espandimento pel fatto dell'esservisi associato l'ossigeno.

Il gas di cui discorriamo non presenta nissuna reazione col solfato di protossido di ferro. Questo carattere negativo, congiunto colla nissuna mutazione che in esso cagiona l'ossigeno, bastano a farlo distinguere dal gas biossido d'azoto.

A distinguerlo dal gas ossigeno con cui si potrebbe confondere per l'azione sua comburente che abbiamo accennata, gioverà por mente alla nissuna azione che esso spiega sul gas biossido d'azoto, ed alla sua decomposizione col mezzo del potassio, per la quale esso lascia per residuo un volume pari al suo di puro azoto.



Azoto ed Idrogeno.

Ammoniaca $AzH^3 = 212,5$.

§. **133**. Prendasi *sale ammoniaco*, sostanza assai conosciuta, e che abbondante si trova in commercio; si riduca in polvere sottile, poi vi si aggiunga un poco di calce viva ridotta essa pure in polvere; non appena le due sostanze così divise trovansi a contatto, ne emana un odore pungente acutissimo che eccita alla lacrimazione; se a poca distanza dall'accennato miscuglio tiensi un bastoncino di vetro bagnato con acido acetico o cloridrico, lo si vede circondarsi da densa e bianca nuvola, e coprirsi in breve ora d'una crosta bianca cristallina. Si approssimi al miscuglio un pezzo di carta tinta colla curcuma, e si scorgerà immantinente il colore di questa volgere al rosso bruno.

Questa semplice maniera d'operare ci svela che il sale ammoniaco e la calce hanno una reciproca azione, e che da questa risulta quel corpo che così vivamente ci offende gli occhi e le narici, che altera la materia colorante della curcuma a modo degli alcali, e coll'acido cloridrico od acetico contrae combinazione producendo un corpo solido e cristallizzato.

L'accennato sperimento ci persuade altresì che il nuovo corpo è gasoso. Per accertarcene operiamo con un apparecchio opportuna-

mente disposto, quale è rappresentato nella *fig.* 101. Facciamo come

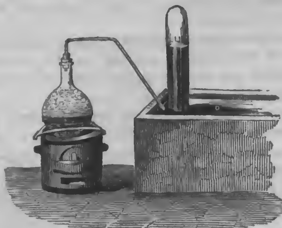


fig. 101

sopra il miscuglio di calce e sale ammoniaco, ed introduciamolo in un palloncino, aggiungendo quindi sullo stesso miscuglio uno strato di grossi frantumi di calce viva; adattiamo quindi un tubo ricurvo, scaldiamo il palloncino a lento calore su d'un piccolo focolare, ed immerso l'estremo libero del tubo in un bagno di mercurio, rovesciamovi sopra una campanella piena essa pure di questo liquido. Bentosto questa si troverà riempiuta di un corpo gasoso, in cui tutte le reazioni sopra accennate si scorgeranno chiarissime. Questo corpo è l'*ammoniaca* o *gas ammoniaco*.

§. **134**. L'ammoniaca è un corpo, gasoso incoloro; non è permanente, perciocchè potè venir liquefatto ed anche solidificato. È più leggero che l'aria atmosferica, e sotto il volume di 1 litro pesa 0,768. L'odore di questo gas è pungente e soffocante, il sapore caustico quale sarebbe quello d'un forte liscivio di ceneri. Non atto ad alimentare la respirazione, se si inspira in quantità un po' ragguardevole irrita potentemente le narici e le fauci, e può infiammarle gravemente. Quando in una campanella di vetro piena di gas ammoniacale s'introduce una candelina di cera il cui lucignolo sia in piena combustione, osservasi la fiamma tosto allargarsi e circondarsi d'una sorta di zona pallida presso all'orificio della campanella, quindi spegnersi totalmente. La zona che si manifesta al primo introdursi della candelina è prodotta dalla combustione del gas ammoniaco, il quale si trova intorno alla

fiamma sufficientemente riscaldato per poter provare l'azione comburente dell'ossigeno dell'aria.

È il gas ammoniaco dotato di forte reazione alcalina: una listerella di carta tinta colla curcuma vi si arrossa prontamente; la carta di tornasole arrossata dagli acidi vi ripiglia il suo colore azzurro. Un fiore di *Dahlia*, una viola, vi si tingono in verde.

L'ammoniaca sotto l'azione del calore si decompone, e si risolve nei suoi due elementi, l'azoto e l'idrogeno. Ad un palloncino da cui mediante un misto di calce e sale ammoniaco si sviluppi ammoniaca, si adatti un tubo di porcellana, il quale collocato in un fornello si scaldi a calore rosso, e che termini in un tubo che immergasi in un catino pieno d'acqua per modo da poter raccogliere i corpi gasosi che per esso si sprigionano. Si troverà che l'ammoniaca si decompone compiutamente, e che si converte in un miscuglio di azoto e d'idrogeno: di più se si cercano i rapporti di volume tra questi due gas, si trova che l'idrogeno ha un volume triplo di quello dell'azoto; ed infine se cerchiamo qual relazione è tra il volume complessivo dei gas ottenuti ed il volume dell'ammoniaca che si è decomposta, troviamo che questa nel decomporsi ha duplicato di volume. La composizione adunque dell'ammoniaca è tale che in essa tre volumi di idrogeno ed un volume di azoto sono condensati in due volumi. La relazione in peso tra l'azoto e l'idrogeno è tale che a 175 del primo si trovano combinati 3+12,5 di idrogeno. La formola dell'ammoniaca è adunque AzH^3.

§. **135.** L'ammoniaca è nel novero dei gas più solubili nell'acqua, la quale alla temperatura di 0° ne scioglie circa 670 volte il suo volume. Si riempisca di gas ammoniaco sul mercurio una campanella di vetro, quindi chiusa col mezzo d'una cassolina di porcellana che contenga un po' di mercurio, si porti nell'acqua, e vi si immerga per modo che allontanando la cassola dall'orifizio di essa, l'acqua venga a contatto del gas; non appena ciò avrà luogo, l'acqua si precipiterà nella campanella, sciogliendo in un istante tutto il gas ammoniaco, e ne occuperà ben presto tutta la capacità; l'impeto con cui l'acqua si spinge verso la campanella è così violento che spesso le pareti di questa vengono rotte come da colpo di martello.

Sulla solubilità del gas ammoniaco è fondata la preparazione dell'ammoniaca liquida o *spirito di sale ammoniaco*, la quale è di frequente uso nelle arti e nei lavori chimici. Per questi essa si pre-

para nel modo seguente. Si riducono in polvere e si mescolano intimamente 1 parte di sale ammoniaco e 1 $^1/_2$ o 2 parti di calce viva. Si introduce il miscuglio in una storta A di vetro, che si colloca sopra un fornello, ed al cui collo si adatta un turacciolo che chiuda esattamente, attraversato da un tubo, il quale mette capo in una prima bottiglia B di un apparecchio di Wolf (1) (*fig.* 102), nella quale si pone poca

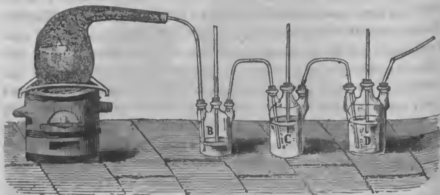


fig. 102

acqua a cui si aggiunge un po' di calce idratata, destinata a decomporre quelle piccole porzioni di sale ammoniaco che potrebbero per avventura essere trasportate dal gas mentre si sprigiona con violenza. Nelle bottiglie seguenti C e D si pone acqua distillata in quantità che non superi la metà della loro capacità. L'acqua della prima bottiglia non serve che per la lavatura del gas, quella delle bottiglie seguenti è destinata a saturarsi. I tubi che stabiliscono la comunicazione tra le bottiglie debbono immergersi fino al fondo dell'acqua in esse contenuta, i tubi di sicurezza, che sono adattati alle tubulature di mezzo delle medesime, non debbono immergersi che di qualche linea. Si scalda la storta a lento fuoco, il gas tosto si sprigiona e comincia a saturare l'acqua della prima bottiglia, quindi passa oltre nella seconda in cui tosto comincia la saturazione. Le bollicine che vi giungono rapidamente si assorbiscono, e producono un rumore particolare, come una serie di piccoli colpi di martello. Frattanto l'acqua saturantesi si

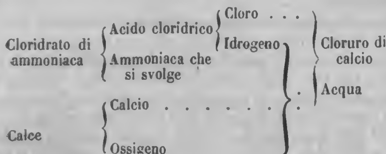
(1) Chiamasi con questo nome un apparecchio, il quale consti un numero più o meno grande di recipienti a due o tre colli, comunicanti tra di loro col mezzo di tubi ricurvi.

riscalda; giova pertanto tenere la bottiglia C immersa entro acqua fredda, la quale si rinnova quando si intiepidì. Il riscaldamento si continua finchè la saturazione è compiuta; allora il gas attraversa tutta l'acqua e viene nella terza bottiglia D in cui si succedono gli stessi fenomeni.

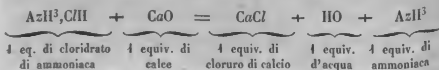
L'acqua saturandosi d'ammoniaca si dilata, ed aumenta di circa $^1/_3$ del suo volume e perde nella densità; egli è per ciò che abbiam detto non doversi riempiere d'acqua le bottiglie che circa alla metà della loro capacità. Egli è per questa stessa ragione che abbiamo avvertito doversi i tubi che stabiliscono la comunicazione tra le bottiglie immergere fino al fondo ad esse: il gas ammoniaco trovasi così continuamente in contatto con l'acqua non ancor satura, la quale come più pesante si porta in fondo delle bottiglie, mentre quella che si è saturata si porta in alto. Se si conducesse il gas ammoniacale solo alla superficie dell'acqua, gli strati superiori di questa soli si saturerebbero, non già i sottoposti, i quali perchè più pesanti rimarrebbero nel loro luogo, lontani dal gas che si vuole sciogliere. L'assorbimento è però maggiore o minore secondo la temperatura. A 0° l'acqua assorbe 670 volte il suo volume di gas ammoniaco, e prende un accrescimento di peso che è $^1/_2$ del suo: a $+15°$ non assorbe più che 460 volte il suo volume di gas, e l'accrescimento del suo peso è circa $^1/_3$. Per gli usi ordinarii dei laboratorii basta questa seconda concentrazione. I tubi di sicurezza sono necessarii per evitare l'assorbimento dell'acqua della seconda bottiglia nella prima, della terza nella seconda, assorbimento che facilmente si produce quando ad un rapido svolgersi del gas succede uno svolgimento più lento. La saturazione essendo compiuta si scompone l'apparecchio, e si introduce l'ammoniaca liquida entro bottiglie di vetro ben chiuse con turacciolo smerigliato. Terminata l'operazione trovasi nel matraccio un residuo, che è cloruro di calcio misto ad eccedenza di calce e ad alquanto sale ammoniaco non ancora decomposto: questo residuo può utilmente adoperarsi per la preparazione del cloruro di calcio, sostanza che spesso torna utile al chimico.

La produzione dell'ammoniaca nel procedimento descritto si deve concepire nel modo seguente. Il sale ammoniaco è un composto di ammoniaca ed acido cloridrico: la calce è composta di calcio ed ossigeno. Allorquando questi due corpi vengono a contatto e sentono inoltre la forza del calore, v'ha decomposizione del sale ammoniaco

per guisa che l'acido cloridrico si porta sulla calce, e l'ammoniaca resa libera si svolge. L'acido cloridrico poi e la calce reciprocamente si decompongono, l'idrogeno dell'acido forma acqua coll'ossigeno della calce; il cloro ed il calcio formano cloruro di calcio.



Questa decomposizione si esprime con questa formola:



§. **136.** La preparazione dell'ammoniaca in grande per l'uso delle arti subisce qualche modificazione quanto agli strumenti dei quali si fa uso, e quanto al modo di procedere. Alla storta di vetro si sostituisce un cilindro di ferro simile a quello della fig. 92 §. 114, e che serve alla preparazione dell'acido nitrico: il fondo anteriore ha adattato all'apertura che vi è scolpita superiormente un tubo di ferro che si unisce col mezzo di tubi di piombo ad una serie di recipienti di questo stesso metallo, conformati a guisa di bottiglie di Wolf. Di queste la prima di piccola dimensione porta alla sua parte inferiore una chiavetta affine di potere di quando in quando estrarne l'acqua che vi si condensa. Nelle altre si pone acqua distillata o di pioggia fino a $^1/_2$ della loro capacità. Ad evitare il loro riscaldamento, queste si tengono immerse in recipienti pieni d'acqua fredda, che si rinnova a misura che la sua temperatura si va elevando.

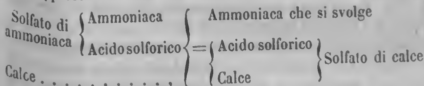
Il fondo posteriore del cilindro, a vece di un foro circolare, porta un'apertura quadrilatera per la quale si introducono la calce ed il sale d'ammoniaca che deve decomporsi, e che si tiene chiusa durante l'operazione con un coperchio che si applica esattamente sui suoi orli; a rendere più esatta la chiusura si frappongono tra il coperchio

e gli orli ai quali si appoggia listerelle di feltro o di un fitto tessuto di lana, quindi si comprime su di essi il coperchio col mezzo di una vite di pressione. La calce non si adopera che idratata: a tal fine essa si bagna con presso a poco il suo peso d'acqua, affinchè si converta in una polvere alquanto umida, sicchè compressa tra le dita si aggrumi; ella è quest'acqua che viene a condensarsi nella prima bottiglia, e rende necessario l'uso della chiavetta di cui questa è munita, la quale serve ad estrarla quando la sua quantità è eccedente il bisogno.

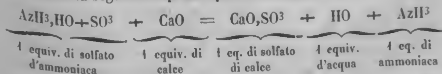
Al sale ammoniaco (cloridrato di ammoniaca) si sostituisce ordinariamente il solfato di ammoniaca, sale che è meno costoso del primo. Nella prima bottiglia si mette un po' di latte di calce, il quale ritiene ciò che viene meccanicamente trasportato dalla corrente del gas, ed i prodotti della decomposizione delle materie organiche le quali per lo più si rinvengono nel solfato d'ammoniaca del commercio.

Terminata l'operazione si trovano nel cilindro solfato di calce, la calce impiegata in eccedenza, e le sostanze straniere non volatili che stavano miste al solfato d'ammoniaca.

La decomposizione del solfato di ammoniaca mediante la calce, si può rappresentare come una sostituzione della calce all'ammoniaca.



La formola seguente esprime questa decomposizione



L'ammoniaca liquida si pone in commercio in bottiglie di *grès* chiuse esattamente con un turacciolo avviluppato di un foglio di pergamena, su cui si pone ancora uno strato di terra grassa che si fissa col mezzo d'una nuova pergamena legata al collo della bottiglia. Queste precauzioni sono richieste dalla facilità colla quale l'ammoniaca si sprigiona dall'acqua per l'agitazione e per le possibili elevazioni di temperatura; per questa ragione conservasi l'ammoniaca

liquida in luogo in cui la temperatura non si elevi sensibilmente pel variare delle stagioni.

§. **137**. L'ammoniaca liquida pura è un liquido incoloro e limpido, dotato di forte odore ammoniacale, di sapore caustico, e delle reazioni che esercita il gas ammoniacale sulle materie coloranti. Evaporato a bagnomaria sino a siccità, non deve lasciare verun residuo. L'ammoniaca del commercio è bene spesso impura per materie empireumatiche, ed evaporata lascia un residuo salino, che può essere o di cloridrato di ammoniaca o di solfato di questa base; il primo si riconosce sciogliendo il residuo in acqua distillata ed aggiungendovi soluzione di nitrato d'argento, che vi produce un precipitato di cloruro d'argento; il secondo si riconosce aggiungendo alla soluzione del residuo salino un po' di nitrato di barita che vi produce un precipitato di solfato di barita insolubile.

Si trova spesso in commercio ammoniaca liquida la quale tiene in soluzione un olio fetido, il quale proviene dall'essersi adoperato alla sua fabbricazione solfato di ammoniaca preparato colle acque ammoniacali provenienti dalla fabbricazione del gas illuminante. L'ammoniaca liquida in tal caso è per lo più giallognola, e se non ha colore, si tinge in giallo quando venga saturata con acido solforico concentrato.

§. **138**. Fu già detto che l'ammoniaca liquida è più leggera dell'acqua, ed è tanto più leggera quanto più è saturata; in altre parole la sua densità decresce col crescere della saturazione. Dobbiamo a Davy una tavola in cui si trovano in corrispondenza le varie densità della soluzione d'ammoniaca, e le proporzioni d'ammoniaca gasosa e di acqua che si contengono in 100 parti di essa.

TAVOLA *delle densità delle soluzioni di gas ammoniaco nell'acqua secondo Davy.*

Densità della soluzione	Ammoniaca in 100	Acqua in 100
0,8750	32,50	67,50
0,8875	29,25	70,75
0,9000	26,00	74,00
0,9054	25,37	74,63
0,9166	22,07	77,93
0,9255	19,54	80,46
0,9326	17,52	82,48
0,9385	15,88	84,12
0,9435	14,53	85,47
0,9476	13,46	86,54
0,9513	12,40	87,60
0,9545	11,56	88,44
0,9575	10,82	89,18
0,9597	10,17	89,83
0,9619	9,60	90,40
0,9692	9,50	90,50
1,0000	0,00	100,00

Come per l'acido nitrico, così per l'ammoniaca, affine di determinarne la concentrazione, si sostituísce alla misura della densità l'uso d'un areometro; egli è infatti evidente che un galleggiante che si tuffi prima nell'acqua distillata, quindi nell'ammoniaca liquida, si immergerà meno in quella che in questa, e che la sua immersione sarà tanto maggiore quanto più leggera ossia più satura sarà l'ammoniaca; che perciò il punto a cui si immerge un areometro convenientemente costrutto potrà essere indizio della saturazione.

L'areometro che adoprasi a tal uopo è quello che Baumé propose pei liquidi meno pesanti che l'acqua, e viene rappresentato dalla *fig.* 103 (*pag. seg.*). Il suo peso vuol essere tale che se si immerga nell'acqua distillata, il punto di affioramento si trovi alquanto sopra il suo maggior rigonfiamento. Quando si immerga questo strumento in una soluzione di 10 parti di sale in 90 parti di acqua, esso si affonderà meno che nell'acqua distillata; il punto d' affioramento si segnerà

con un 0, ed il punto d'affioramento a cui esso si sprofonda nell'acqua di stillata si segnerà con un 10; la distanza tra i due segni dividesi in dieci parti eguali, quindi si continua la divisione di 10 in 10 fino alla parte superiore dell' asta dell' areometro; la graduazione si protrae ordinariamente fino a 65 o 70 gradi.


fig. 103

Questo areometro, come quello che fu già descritto quando abbiamo tenuto discorso del modo di conoscere i gradi di concentrazione dell'acido nitrico, e che abbiamo chiamato pesaacidi, è graduato in modo arbitrario; essa non è adunque di per sè che un galleggiante il quale si affonda più o meno, secondo che i liquidi nei quali si immerge hanno maggiore o minore densità; per questo lato esso può già considerarsi come assai vantaggioso, perciocchè col suo mezzo si può riconoscere facilmente se due soluzioni di gas ammoniaco nell' acqua hanno la stessa concentrazione o no. Le sue indicazioni però non possono guidare a veruna conclusione assoluta intorno alla ricchezza d'una soluzione d'ammoniaca nell'acqua. Per giungere a questo scopo egli è d'uopo si conosca quale relazione esista tra le varie densità dei liquidi meno pesanti che l'acqua, ed i gradi che essi segnano all'areometro di cui discorriamo; imperciocchè da questa nozione è facile far passo a quella della ricchezza della soluzione ammoniacale, cercando nella tavola precedente (pag. 223) qual composizione corrisponda alla densità relativa al grado indicato dall'areometro. Crediamo pertanto utile di collocare qui appresso una tavola, in cui stanno di fronte i varii gradi dell'areometro pei liquidi meno pesanti che l'acqua, e le densità che loro corrispondono.

Osserveremo però che i limiti ai quali giunge questa tavola sono assai più estesi che non si richiegga per le soluzioni d'ammoniaca, e ciò perchè il succennato areometro serve altresì all'esplorazione delle densità di altri liquidi, i quali possono essere assai meno densi

delle soluzioni d'ammoniaca anche concentratissime: osserveremo inoltre che quando nella tavola precedente non si trovino densità esattamente corrispondenti a quelle che sono indicate in questa siccome relative ad un determinato grado areometrico, sarà opportuno tener per buona quella che più vi si approssima: così se una soluzione ammoniacale segnasse 30 gr. all'areometro, si troverebbe in questa tavola la sua densità =0,8796: ora questa densità non è registrata nella tavola precedente, ma si potrebbe tener per buona ed identica quella di 0,8750 la quale più si approssima ad essa e corrisponde a 32,50 $^0/_0$ d'ammoniaca reale. Tali indicazioni saranno sempre sufficienti per la pratica nei laboratorii industriali.

TAVOLA *dei gradi dell'areometro di Baumé pei liquidi meno pesanti dell'acqua, e delle densità corrispondenti, a+12,5° di temper.*

Gradi	Densità	Gradi	Densità	Gradi	Densità
10	1,0000	28	0,8902	46	0,8022
11	0,9952	29	0,8848	47	0,7978
12	0,9865	30	0,8795	48	0,7935
13	0,9799	31	0,8742	49	0,7892
14	0,9733	32	0,8690	50	0,7849
15	0,9669	33	0,8639	51	0,7807
16	0,9605	34	0,8588	52	0,7766
17	0,9542	35	0,8538	53	0,7725
18	0,9480	36	0,8488	54	0,7684
19	0,9420	37	0,8439	55	0,7643
20	0,9359	38	0,8391	56	0,7604
21	0,9300	39	0,8343	57	0,7566
22	0,9241	40	0,8295	58	0,7526
23	0,9183	41	0,8249	59	0,7487
24	0,9125	42	0,8202	60	0,7449
25	0,9068	43	0,8156	61	0,7411
26	0,9012	44	0,8111		
27	0,8957	45	0,8066		

L'ammoniaca liquida del commercio segna da 21 a 22 gradi dell'areometro e contiene da 18 a 20 $^0/_0$ di ammoniaca reale.

L'ammoniaca liquida sottoposta all'azione del calore perde gas

ammoniaco, talchè colla bollizione alquanto protratta essa non lascia per residuo che pura acqua.

L'ammoniaca liquida raffreddata a—40° si rappiglia in una massa cristallina conformata in piccoli aghi.

§. **139**. L'ammoniaca non si incontra pura nella natura, perciocchè essa è base potente ed ha molta tendenza a contrarre combinazione con gli acidi. Essa erompe naturalmente dai volcani, ma combinata con l' acido cloridrico; in combinazione coll'acido nitrico si trova nelle acque temporalesche.

Principale sorgente dell'ammoniaca è la fermentazione delle sostanze azotate sia animali che vegetali; la carne che si corrompe, l'orina abbandonata all'aria, forniscono abbondante ammoniaca allo stato di carbonato. La stessa cosa dicasi della decomposizione delle piante, le quali esse pure contengono non piccola quantità di materiali azotati. Esempio ne siano le foglie del tabacco. Queste nelle manufatture nelle quali si prepara il *tabacco rapato*, tagliate a minuzzoli ed inumidite si ammucchiano entro camere capaci di venire perfettamente chiuse, e quivi si abbandonano alla fermentazione; questa è accompagnata da spontanea elevazione di temperatura, e da tale sviluppamento di ammoniaca, che l'aria delle anzidette camere ne resta stracarica, sicchè il respirarla anche per poco cagiona disagio.

Quando una sostanza organica azotata si decompone per l'azione di un'elevata temperatura senza che l'aria v'abbia accesso, il suo azoto si converte in ammoniaca, la quale si sprigiona, combinata però con acido carbonico che contemporaneamente si forma. Così sottoponendo alla distillazione secca le ossa degli animali, i muscoli, il sangue ecc. il glutine, l'albumina ecc. dei vegetali, ottiensi con molti altri prodotti carbonato di ammoniaca.

§. **140**. L'ammoniaca come base potente si combina cogli acidi formando composti salini, i quali verranno studiati a suo tempo. Su questa proprietà è fondato un metodo semplice per riconoscere se da una reazione si sprigioni ammoniaca. Si bagna la punta di un tubo di vetro in acido cloridrico non molto concentrato, e si porta sull'orifizio del vaso in cui si sospetti che svolgasi ammoniaca. Se questa veramente si svolge, si vedrà il tubo circondarsi di fumi bianchi e pesanti, i quali saranno di cloridrato di ammoniaca. A vece dell'acido cloridrico si può adoperare l'acido nitrico ed anche l'acetico.

L'ammoniaca, per la sua forte basicità, scaccia dalle loro combi-

nazioni molti fra gli ossidi metallici, e diventa così un ottimo reagente per le analisi. Se in una soluzione di solfato di sesquiossido di ferro si versi ammoniaca liquida, si otterrà immediatamente un precipitato di sesquiossido di ferro; il liquido conterrà solfato di ammoniaca; la stessa precipitazione avrà luogo con una soluzione di solfato di allumina; il precipitato sarà d'allumina idratata.

Talvolta l'ammoniaca, dopo aver precipitato un ossido metallico, lo ridiscioglie se adoperata in conveniente proporzione; così in una soluzione di solfato di protossido di rame l'ammoniaca comincia dal precipitare l'ossido di colore verde azzurrognolo, quindi se impiegata in eccedenza ridiscioglie il precipitato formando una soluzione limpida azzurra.

§. **141**. L'ammoniaca come sostanza eminentemente alcalina, possiede la proprietà di modificare le sostanze grasse in maniera da renderle miscibili coll'acqua. Se ad un olio grasso, come quello d'oliva o di mandorle dolci, si aggiunge ammoniaca liquida, l'olio perde la sua trasparenza e si converte in una poltiglia densa, che facilmente si emulsiona nell'acqua.

Sebbene per molti lati l' ammoniaca si dimostri analoga agli alcali i più potenti, quali sono la potassa e la soda, essa ne differisce però perchè posta a contatto d'una sostanza organica azotata come la lana o la seta, non ne altera la compagine, non ne guasta la resistenza siccome essi fanno. Di qui nasce immediatamente un' applicazione all'arte del cavamacchie. Quando infatti si abbia una stoffa di lana o di seta che sia sudicia per untume o per grasso versatovi sopra, si potrà mondarnela col lavarla entro acqua a cui siasi aggiunta ammoniaca liquida; questa produrrà a freddo un effetto simile a quello che ottiensi col mezzo della liscivia di ceneri sulle stoffe di filo o di cotone nel bucato a cui questi resistono senza affievolirsi, ed a cui non reggerebbero nè la seta nè la lana.

Nelle fabbriche da panni usasi generalmente a mondar questi dall'untume che li imbratta di lavarli con orina putrida; questa non è utile per altra causa che per l'ammoniaca di cui è ricca, ed in virtù di cui essa rende emulsionabili nell'acqua le sostanze grasse.

Al cavamacchie serve spesso l'ammoniaca per distruggere l'effetto prodotto dagli acidi sulle materie coloranti, di cui sono tinte le stoffe. Se su d'un panno nero cade una goccia d'acido cloridrico, presto o tardi, secondo la concentrazione dell'acido, vi produce una macchia

rossa (cagionata dalla decomposizione del gallato di ferro); questa si toglie immediatamente con porvi sopra una goccia d'ammoniaca liquida concentrata. Un'eccedenza di questa sostanza non nuoce alla tinta nera, l'odore suo spiacevole presto si disperde.

§. **142**. Usasi l'ammoniaca nella veterinaria come rimedio contro quella malattia a cui vanno soggetti i ruminanti della specie bovina quando troppo abbondevolmente si pascono di fresco trifoglio, la quale malattia consiste in un'enfiagione del ventre, per sostanze gasose che vi si sviluppano, la quale rapidamente cresce a segno da cagionarne la soffocazione e la morte. I gas che così si producono nelle interiora del vivo animale sono l'acido carbonico e l'acido solfidrico; ambidue sono capaci di combinarsi con l'ammoniaca. Suolsi perciò in tali circostanze fare inghiottire all'animale 30 gr. incirca d'ammoniaca liquida quale trovasi nelle farmacie, diluita in una bevanda mucilaginosa la quale ne temperi l'azione irritante; giunta a contatto dei gas contenuti nello stomaco, essa li assorbe rapidamente per modo che all'amministrazione del rimedio spesso tiene dietro immediata guarigione.

Azoto e Carbonio

Cianogeno. $C^2Az = 325$.

§. **143**. — Il cianogeno benchè di per sè non presti servigi alle arti, debbe tuttavia venir conosciuto da chi si dedica alla chimica tecnica, in quanto che esso forma col congiungersi con i metalli un numero ragguardevole di composti chiamati col nome generico di *cianuri*, dei quali alcuni sono di grande rilievo per l'industria, quali il cianuro di ferro e potassio, l'azzurro di Berlino, il cianuro di potassio, il cianuro doppio d'oro e di potassio ecc.; combinandosi con l'ossigeno forma l'acido fulminico che rinviensi nei fulminati di mercurio e d'argento; combinato con l'idrogeno genera l'acido cianidrico, corpo che in alcune operazioni industriali si può produrre, e come potente veleno merita d'essere conosciuto dal chimico industriale, affinchè sappia evitarne gli effetti perniciosi.

Per preparare questo corpo si prende cianuro di mercurio cristallizzato e ben seccato, si pone in una stortina di vetro (*fig.* 104), a cui sia adattato un tubo che si immerga nel bagno di mercurio. Si scalda quindi la storta con una buona lampada a spirito. Il cianuro di

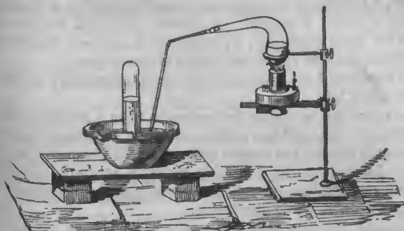


fig. 104

mercurio si decompone ben presto e si vede annerirsi, mentre la superficie del collo della storta si cuopre d'una velatura metallica che a poco a poco cresce, ed apparisce sotto forma di gocciolette di mercurio. Contemporaneamente si raccoglie entro campanella capovolta sul bagno di mercurio una sostanza gasosa la quale è appunto il cianogeno.

La decomposizione del cianuro di mercurio in mercurio metallico e cianogeno, è in tutto analoga a quella dell'ossido rosso di mercurio, il quale, come vedemmo a suo luogo, sotto la potenza decomponente del calore si è convertito in mercurio metallico ed in ossigeno (§. 44). La scoperta di questo corpo non è remota da noi, e venne fatta da Gay-Lussac nel 1814; scoperta rimarchevole specialmente perchè svelò come un corpo composto possa nelle chimiche combinazioni comportarsi in modo analogo ai corpi semplici.

§. **144.** Questo gas è incoloro, ha un odore penetrante somigliante a quello delle mandorle amare, che irrita le narici e specialmente le fauci. Nell'esplorare questa qualità del cianogeno si vada con riguardo, perchè esso è un gas velenoso, ed anche respirato in piccola quantità può cagionare la vertigine e l'asfissia.

Gasoso alla temperatura ordinaria, il cianogeno diventa liquido, e quindi solido, quando si sottoponga alla compressione di 4 atmosfere e quindi potentemente si raffreddi. Solidificato, ha una struttura cristallina. L'acqua ne può sciogliere fino a 4 volte e $^1/_2$ il suo volume, e ne acquista un sapore pungente, e la proprietà di tingere in rosso la tintura di tornasole. La soluzione nell'acqua non può conservarsi senza alterazione, e prontamente si annerisce. L'alcool può sciogliere fino a 25 volte il suo volume di questo gas.

Il cianogeno è nel novero dei corpi gasosi più pesanti; un litro di esso pesa 2,336.

Il calore non ha azione decomponente sopra il cianogeno; ma se questo gas venga scaldato sufficientemente in contatto dell'ossigeno si accende e brucia con fiamma azzurra porporina elegante. I prodotti della sua combustione sono acido carbonico ed azoto. Quando si mesca con sufficiente quantità di ossigeno, e gli si avvicini quindi un corpo acceso, esso arde detuonando.

L'analisi di questo gas ha dimostrato che 1 volume di esso contiene un volume eguale al suo di azoto; che inoltre esso è composto per modo che 175 di azoto, ossia 1 equivalente, vi sono combinati con 150 di carbonio ossia 2 equivalenti.

La sua composizione adunque si esprimerà così

Carbonio 150 = 2 eq. = C^2
Azoto 175 = 1 eq. = Az.

La sua formola è perciò C^2Az; a questa però per lo più si sostituisce il simbolo Cy, iniziale della parola *Cyanogenium*.

Scaldato con potassio, il cianogeno vi si combina direttamente formando un composto chiamato *cianuro di potassio*, che il calore non decompone. L'esperienza si fa nel modo seguente. Il potassio è collocato nel fondo di un tubo ricurvo (*fig.* 105) che pieno di cianogeno gasoso si capovolge sul mercurio. Si scalda il punto occupato dal potassio con una lampada a spirito; a misura che il riscaldamento procede,



fig. 105

l'assorbimento si fa, e si manifesta coll'ascensione del mercurio nel tubo ricurvo. Il composto che ne risulta contiene per 1 equivalente di potassio=489 un peso di cianogeno=325, composto di carbonio 150 ed azoto 175. La quantità 325 di cianogeno satura adunque una quantità di potassio che richiederebbe 100 di ossigeno per convertirsi in potassa. Di qui deduciamo che l'eq. del cianogeno è=325.

Cianogeno ed Ossigeno.

§. **145.** Il cianogeno può combinarsi con l'ossigeno, non però direttamente, e dà origine a tre acidi chiamati l'acido cianico, l'acido fulminico e l'acido cianurico. Di questi il primo ed il terzo non hanno per le arti utilità veruna; il *fulminico* è rimarchevole perchè combinato con l'ossido di mercurio e con l'ossido d'argento forma due sali i quali scoppiano sotto la percussione. Diremo di questi sali a suo tempo.

Cianogeno ed Idrogeno.

Acido Cianidrico. $HCy=337,5$.

§. **146.** In commercio trovasi una sostanza, un prodotto dell'industria chimica, il *prussiato di potassa*, di color giallo, più o meno regolarmente cristallizzata, e che s'impiega in gran copia nell'arte tintoria.

Prendasi una picciola porzione di questo sale e si ponga in un bicchierino, quindi vi si affonda sopra alquanto acido solforico concentrato; tosto il sale tramanderà un odore pronunciatissimo di mandorle amare. Questo odore è dovuto allo sprigionamento d'un acido particolare, detto *acido cianidrico*, perchè composto di cianogeno e d'idrogeno.

Si prendano 100 parti di prussiato di potassa, e ridotte in polvere si introducano in una storta S (*fig*. 106), quindi vi si affondano sopra 150 parti d'acido solforico, allungate prima con 200 parti d'acqua.

Alla storta s' adatti un' allunga A ed un pallone tubulato P, alla cui tubulatura si unisca un lungo tubo di vetro che si apra fuori della camera in cui si opera, passando per un foro praticato in una finestra, o penetrando in un cammino in cui siavi un potente tirante d'aria.

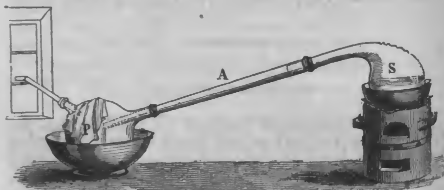
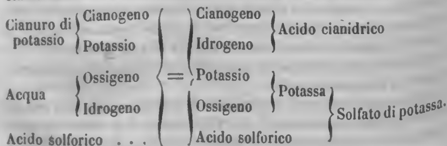


fig. 106

Il pallone si tenga circondato d'acqua ghiacciata o di neve. Si distilli il miscuglio della storta a lento fuoco. Si otterrà nel pallone un liquido acido che sarà una soluzione d'acido cianidrico nell'acqua. Il liquido distillato è per lo più colorato in azzurro da un po' di materia che venne trascinata insieme con esso nell'atto della distillazione, perciò conviene nuovamente distillarlo per averlo affatto puro ed incoloro.

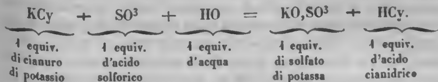
La reazione che genera in questo caso l'acido cianidrico è alquanto complicata; per noi tuttavia può ridursi a semplicità.

Riteniamo che il sale adoperato non sia che cianuro di potassio, composto di cianogeno e di potassio. In reazione con esso trovasi l'acido solforico e l'acqua. I prodotti sono solfato di potassa ed acido cianidrico.



Cianuro di potassio	Cianogeno	=	Cianogeno	Acido cianidrico	
	Potassio		Idrogeno		
Acqua	Ossigeno		Potassio	Potassa	Solfato di potassa.
	Idrogeno		Ossigeno		
Acido solforico . . .			Acido solforico		

Con formole di equivalenti si esprimerebbe le reazione in questa guisa:



La composizione dell'acido adunque è

Idrogeno 1 eq. = 12,50,
Cianogeno 1 eq. = 325.

La quantità d'acqua impiegata essendo assai maggiore di quella che è indicata dalla formola, il prodotto non è acido cianidrico puro, ma una soluzione di questo nell'acqua.

§. 147. Benchè così ottenuto l'acido cianidrico trovisi in istato di diluzione, esso ha tuttavia proprietà venefiche molto pronunciate, talchè poche gocce potrebbero dare la morte, e pericoloso sarebbe altresì il sentirne lungo tempo l'odore. Poche gocce di quest'acido applicate sull'occhio o sulla lingua di un coniglio, ne cagionano la morte istantanea. Quindi nel maneggiarlo è d'uopo avere molti riguardi. Egli è necessario che i manifattori i quali impiegano il prussiato di potassa e lo pongono in contatto di corpi acidi che lo decompongono, vadano guardinghi nell'operare, affine di non provare gli effetti nocivi che ne potrebbero derivare. Quando avvenisse che alcuno provasse vertigine o sincope per vapore d'acido cianidrico inspirato, gioverebbe fargli inspirare un poco d'ammoniaca. Se in una camera si trovasse sparso vapore d'acido cianidrico, gioverebbe versarvi sul pavimento un po' d' acqua di cloro, perciocchè il cloro distrugge l'acido cianidrico.

Parlando della fabbricazione dei cianuri , accenneremo a quelle molte reazioni che loro danno origine, e diremo del modo di condurle convenientemente come operazioni industriali.

§. 148. Parlando dei corpi organici avremo opportunità di far cenno della produzione dell'acido cianidrico per chimiche mutazioni analoghe alle fermentazioni cui subiscono alcuni materiali vegetali contenuti nelle mandorle amare, nel lauro ceraso ecc. Per ora ci basterà avvertire che in alcuni preparati dei quali ci serviamo bene spesso come di condimento, si contiene acido cianidrico, talchè, se

nel loro uso eccedessimo, non anderemmo esenti da più o meno gravi accidenti. Si triturino mandorle amare, sia macinandole, sia pestandole: si bagnino quindi con acqua fredda: immediatamente esse tramanderanno forte odore d'acido cianidrico. Si distilli un miscuglio fatto a freddo di mandorle amare pestate e d'acqua, otterrassi la così detta *acqua distillata di mandorle amare*, fornita di grato profumo, in cui, oltre ad un olio essenziale particolare, troverassi acido cianidrico.

Il *Kirsch-Wasser*, liquore alcoolico preparato col distillare il prodotto della fermentazione delle ciliegie nere soppestate insieme col loro mandorlo, contiene sensibili proporzioni d'acido cianidrico.

L'acqua distillata di lauro ceraso, che si ottiene distillando acqua sulle foglie della pianta accennata, contiene essa pure l'acido di cui discorriamo.

Non ci farà perciò meraviglia che alcuni animali come le galline, i pappagalli muoiano, se venga loro dato un alimento contenente mandorle amare; come alcuni confetti, i quali si aromatizzano con mandorle amare, divengano dannosi se manginsi in troppa quantità; come infine le acque distillate di mandorle amare e di lauro ceraso sieno da annoverarsi tra i rimedii più energici, e solo da amministrarsi colla massima circospezione; e come imprudentemente adoprino coloro che li convertono in condimento delle bevande o degli alimenti. I casi d'avvelenamento cagionati da tali preparati sono purtroppo frequenti.

Aria atmosferica.

§. **149.** -- Chiamasi *aria atmosferica* quel corpo gasoso che circonda ed involge in tutto il suo ámbito il globo che noi abitiamo. Egli importa assai che il chimico manifattore abbia piena notizia di questo corpo assai complesso: un gran numero infatti delle operazioni che esso eseguisce non sarebbero possibili senza il suo concorso, senza l'influenza dei materiali che lo costituiscono, e specialmente dell'ossigeno, il quale potentemente concorre alla

chimica mutazione dei corpi che egli lavora: e l'influenza dell'aria torna talvolta nociva alla generazione di alcuni prodotti, dalla fabbricazione dei quali essa deve essere compiutamente esclusa: senza aria i combustibili sarebbero per noi inutili, nè col mezzo loro il manifattore si potrebbe procacciare il calore che è anima e vità dell'industria; e finalmente l'aria ben sovente si vizia e si guasta per chimiche influenze, o per emanazioni di prodotti che pullulano da reazioni chimiche, sicchè inetta divenga al sostentamento della vita; e tali alterazioni debbono essere conosciute dal chimico manifattore, affinchè o cerchi d'evitarle, o provveda coi mezzi che la scienza gli fornisce, affinchè salubre sia la dimora negli opificii, e si tuteli la vita degli operai. Affinchè pertanto utile per quanto è possibile ci riesca lo studio dell' aria, sarà d' uopo che le nostre investigazioni si dirigano alla costituzione chimica di essa non solo, ma altresì alle sue più essenziali proprietà fisiche; e di quest'ultime tanto più di buon grado ci accingiamo a discorrere, in quanto che dalla loro trattazione emergeranno nozioni generali intorno ai corpi gasosi, le quali noi stimiamo utili a chi si consacra all' industria chimica, e non potrebbono esporsi in altro luogo più opportunamente che sotto il titolo dell'aria atmosferica.

§. 150. **Costituzione chimica dell'aria atmosferica.** Richiamiamo alcuni fatti già osservati, dai quali dedurremo ora la composizione dell' aria.

Il fosforo brucia nell'aria atmosferica presso a poco come se fosse nel gas ossigeno puro, producendo acido fosforico. Il solfo, il carbone vi ardono essi pure e generano acido solforoso il primo, acido carbonico il secondo, siccome li generano quando ardono nell'ossigeno. Conchiudiamo che v' ha ossigeno nell'aria. Ed ecco uno dei materiali di questo fluido.

Se si abbrucia fosforo in una quantità limitata d'aria, si giunge ad un punto in cui cessa ogni fenomeno di combustione: l' aria non è tutta consumata, eppure il fosforo cessa di ardere: conchiudiamo che nell'aria insiem coll'ossigeno v'ha un gas, il quale non può alimentare la combustione; esso è l'azoto (*v.* §. 108).

Se si lascia in contatto dell'aria una soluzione ben limpida di calce nell'acqua (acqua di calce), si vedrà alla superficie di essa generarsi una crosta bianca insolubile, tolta la quale se ne formerà un'altra, e così via via finchè l'acqua non contenga più sensibilmente calce. Se si

esamina la crosta separata, si trova che essa è interamente formata di carbonato di calce: questo fatto ci prova che l'aria atmosferica contiene acido carbonico.

Prendiamo un bicchiere cilindrico di cristallo bene asciutto, ed introduciamovi un miscuglio frigorifico di ghiaccio e sale (*v.* §. 62); vedrem tosto la sua superficie esterna cuoprirsi di rugiada, ed anche di ghiaccio, il cui strato può farsi anche assai ragguardevole.

Ponghiamo in una cassola, od altro vaso aperto, un pezzo di cloruro di calcio, e lasciamvelo a libero contatto coll'aria; il vedrem tosto coprirsi d'una legger velatura di umidità, e finalmente struggersi per intero, e diventar compiutamente liquido.

Questi fatti ci dimostrano che l'aria contiene acqua allo stato di vapore.

Questi esperimenti in qualunque luogo a noi accessibile si tentino, danno sempre gli stessi risultamenti, talchè possiamo stabilire senza tema di andare errati, che l'aria atmosferica contiene costantemente

1° Ossigeno
2° Azoto
3° Acido carbonico
4° Acqua allo stato di vapore.

Oltre a questi 4 materiali, l'aria atmosferica è veicolo che riceve un gran numero d'altre sostanze, le quali non vi si rinvengono costantemente.

Infatti la corruzione delle materie organiche fornisce all'atmosfera acido solfidrico, ammoniaca, carbonato d'ammoniaca, idrogeno fosforato, idrogeno protocarbonato.

I volcani spandono nell'aria acido solforoso, acido cloridrico, acido carbonico, acido solfidrico.

Le officine nelle quali si lavorano i metalli o si preparano composti chimici, spandono nell'aria acido arsenioso, vapori di mercurio, acido nitroso ecc.

L'aria inoltre è veicolo di corpicciuoli solidi leggeri che vi stanno sospesi, i quali formano il così detto *limo atmosferico*: essa infine trasporta invisibili ma pure esistenti ed attivi sulla macchina umana, i miasmi provenienti dalle paludi o dai corpi infermi, onde si ingenerano malattie epidemiche od endemiche.

Nello studio della composizione dell'aria ci limiteremo a dire per ora di alcuni dei materiali che in essa si incontrano, delle loro

proporzioni, del modo di determinarle, e dei fenomeni che ne dipendono.

§. **151. Procedimenti per l'analisi dell'aria. Determinazione dell'ossigeno e dell'azoto.** -- La proporzione relativa dell'azoto e dell'ossigeno nell'aria atmosferica, fu argomento di moltissime ricerche. Molti e distinti chimici diressero su questo corpo le loro investigazioni: da queste risultò che dovunque ed in ogni tempo il rapporto in volume tra l'ossigeno e l'azoto è, per così dire, costante, quello cioè di 21 del primo e 79 del secondo. Più esattamente 20,80 di ossigeno e 79,20 di azoto, ossia in peso di 23,01 del primo e 76,99 del secondo.


fig. 107

In una campanella curva (*fig.* 107), contenente un volume d'aria =100 *c.c.* si abbruci del fosforo. Cessata la combustione (assorbito tutto l'ossigeno) si misuri il residuo, si troverà che esso rappresenta quasi i $^4/_5$ del volume primitivo, ossia $^{79}/_{100}$.

Ad un volume d'aria=100 introdotto in un eudiometro *fig.* 108 (1), si aggiunga un egual volume d'idrogeno: si lanci una scintilla elettrica attraverso il miscuglio: questo si accenderà: immediatamente dopo si vedrà il volume del miscuglio gasoso ridotto a 137. La diminuzione è adunque di 63. Questa diminuzione rappresenta ossigeno ed idrogeno impiegati nel formare acqua: il volume dell'ossigeno deve essere $^1/_3$ di questa diminuzione, ossia = 21 (*v.* §. 53). Da ciò conchiudiamo che le 100 parti d'aria, contenevano 21 d'ossigeno e 79 d'azoto.

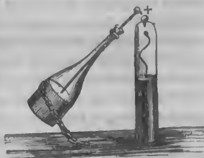


fig. 108

Dupasquier propose un procedimento eudiometrico molto semplice e facile ad eseguirsi, e le cui indicazioni presentano nella maggior parte dei casi una sufficiente esattezza. Lo strumento di cui egli si

(1) Chiamansi *eudiometri* gli strumenti che servono alla determinazione della composizione dell'aria.

serve è un tubo di vetro (*fig*. 109) del diametro interno di circa 15 millimetri, alto 30 centimetri, e graduato per modo che una capacità di circa 50 cent. cub. vi sia divisa in 100 parti eguali. La graduazione comincia dal fondo del tubo e procede verso l'estremo opposto, ove rimane una lunghezza di circa 3 centimetri non graduata. Questo tubo si adatta a fregamento nell'orifizio d'un bicchierino chiamato *otturatore*, alto 4 centimetri, e scavato alla profondità di 3 centimetri. Per servirsi di questo strumento, si riempie dapprima il tubo con acqua, quindi inclinandolo, se ne lascia fluire tant'acqua che basti perchè l'aria vi occupi intera la parte che porta la graduazione: ciò fatto si pongono 2 gramme di potassa caustica secca e 5 gramme di solfato di protossido di ferro cristallizzato nella cavità dell' otturatore, che tosto si immerge in un bagno d'acqua e si agita leggermente perchè tutta ne esca l'aria aderente alle sostanze solide introdottevi, quindi si adatta su di esso, e vi si fissa accuratamente il tubo graduato contenente le 100 misure d'aria atmosferica. L'apparecchio così disposto, si estrae dall'acqua, prendesi tra le mani per modo che il tubo e l'otturatore si chiudano esattamente a vicenda, e si agita continuatamente per una mezz'ora all'incirca, tempo più che sufficiente perchè l'ossigeno dell'aria venga totalmente assorbito. Si porta nuovamente l'apparecchio nell'acqua, tenendolo perpendicolarmente, si toglie con precauzione l'otturatore, e si lascia che l'acqua liberamente sottentri all'ossigeno assorbito. La diminuzione di volume indica appunto quanto per 100 l'aria contenesse di ossigeno. È facile il comprendere che cosa avvenga in quest'operazione: la potassa decompone il solfato di protossido di ferro, e ne precipita la base; questa (il protossido di ferro) è avidissima di ossigeno, cui essa assorbe passando allo stato di sesqui-ossido; l'azoto come corpo non assorbibile nè dalla potassa nè dall'ossido di ferro rimane come residuo.


fig. 109

Al protossido di ferro si può sostituire un metallo facilmente ossidabile sotto l'influenza di un acido, operando secondo Gay-Lussac nel modo seguente. In un tubo graduato C (*fig*. 110) e diviso in parti eguali si introduce un volume d'aria=100: il tubo è capovolto in un bicchiere A pieno d'acido solforico allungato con acqua: in esso si fa passare un'asticella di rame terminata in una lastrella B dello stesso metallo.

Questa debbe trovarsi nello spazio occupato dall'aria: essa si ossida dall'ossigeno: dopo qualche ora si misura il residuo azoto.

Si mosse questione se la relazione di volume tra l'ossigeno e l'azoto sia o no ovunque la stessa. Le analisi eseguite in tempi e luoghi diversi si accordano nel risultamento, e conducono alla conclusione che l'aria purchè liberamente circolante ha sempre l'ossigeno e l'azoto nel rapporto che abbiamo indicato, di 21 : 79. Questo fatto è costante sia che si analizzi l'aria sulle pianure, sia che si faccia l'analisi d'aria raccolta sulle più alte sommità dei monti o si eseguisca su aria raccolta alle più alte regioni alle quali ascendono i globi aerostatici. E poichè si accordano tra di loro le analisi eseguite anche a 50 anni di distanza, si debbe argomentare che le proporzioni accennate non cangiano e non cangeranno anche per lungo andare di secoli (1).

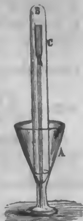


fig. 110

§. **152. Determinazione dell'acido carbonico.** — Per determinare la proporzione d'acido carbonico contenuta nell'aria, Thenard e Saussure, operavano nel seguente modo.

In un pallone di vetro di grande capacità (35 o 40 litri) introducevano una quantità determinata d'acqua di calce e chiuso il pallone ve la scuotevano per qualche tempo: l'acqua di calce s'intorbidava per carbonato di calce formato: colla macchina pneumatica toglievano dal pallone l'aria privata d'acido carbonico, poi ne lasciavano entrare altra su cui operavano in simil guisa; ripetendo l'operazione giungevano ad avere una quantità di carbonato di calce ottenuta da un volume conosciuto d'aria, il qual carbonato raccolto su d'un filtro, seccato e pesato dava esattamente il peso dell'acido carbonico che contenevasi nell'aria analizzata. Conoscendosi il peso d'1 litro di questo gas, era facile il dedurre qual volume esso occupasse nell'aria esplorata.

Boussingault ed altri dopo di lui, seguirono un modo di sperimentare più acconcio. Con apparecchi convenientemente disposti fecero passare un volume conosciuto d'aria già privata d'umidità,

(1) Alcune circostanze particolari, delle quali non è mestieri che qui teniamo discorso, possono però alterare alquanto il succennato rapporto. Pel chimico manifattore sarebbe inutile che qui ne tenessimo un circostanziato discorso.

su corpi avidi d'acido carbonico e pesati esattamente: l'aumento di peso che trovavasi in questi al finire dell'esperimento indicava la quantità d'acido carbonico contenuta nel volume d'aria su cui si avea operato, e dal peso se ne deduceva la proporzione in volume. Gli esperimenti di Thenard diedero per proporzione media dell'acido carbonico nell'aria $\frac{3,71}{10000}$. Saussure trovò che in inverno essa è $\frac{4,79}{10000}$ in estate $\frac{7,13}{10000}$.

Le più recenti osservazioni di Boussingault portano ad ammettere maggior regolarità nella proporzione dell'acido carbonico. Risulterebbe che in Parigi la massima è di $\frac{4,3}{10000}$ la minima è di $\frac{3,5}{10000}$; che inoltre tra la città e l'aperta campagna non v'ha differenza di rilievo, essendo che mentre l'aria di Parigi conteneva $\frac{4,13}{10000}$ d'acido carbonico, quella di S. Cloud ne conteneva $\frac{4,14}{10000}$ (1).

Ad ogni modo egli è certo che nell'aria v'ha sempre e dovunque acido carbonico, e che esso è sempre in piccola quantità, la quale non è per lo più che di qualche decimillesima parte del suo volume.

§. 153. **Determinazione dell'acqua.**—Per determinare la quantità d'acqua allo stato di vapore contenuta nell'aria, si fa passare un volume determinato di questa entro tubi contenenti cloruro di calcio. Questi pesati prima e dopo l'esperimento, danno coll'aumento del loro peso la quantità d'acqua che stava sciolta nell'aria.

La quantità d'acqua che l'aria ritiene allo stato di vapore varia moltissimo secondo le località, la temperatura e la pressione atmosferica. In generale nei luoghi elevati essa è minore che nei luoghi umidi e circondati da colli o montagne; essa è maggiore nella calda stagione che nell'invernale; e presso i fiumi, gli stagni, i terreni

(1) La quantità dell'acido carbonico nell'aria può talvolta allontanarsi da questi numeri, i quali però sono i più frequenti. Recentemente il sig. Lewy riferì avere analizzata l'aria di Santa-Fe-de-Bogota, ed avervi nei mesi di agosto e settembre trovato persino $\frac{47}{10000}$ d'acido carbonico.

irrigati, è più umida l'aria che là dove mancano queste fonti di vapori.

§. 154. I corpi gasosi che costituiscono essenzialmente l'aria atmosferica trovansi in questa quasi regolarmente distribuiti, malgrado che a volumi eguali i loro pesi sieno assai differenti. Sembra che questi corpi dovrebbero disporsi a strati secondo il loro maggiore o minor peso, sicchè alla superficie della terra si trovasse l'acido carbonico, di cui 1 litro pesa 1,977; e su questo dovrebbe rinvenirsi l'ossigeno, di cui 1 litro pesa 1,429, e finalmente più in alto dovrebbe trovarsi l'azoto di cui 1 litro pesa soltanto 1,236.

Su questo particolare è da osservarsi essere proprietà dei gas quella di espandersi nello spazio, e tendere sempre ad occupare maggior volume: quando un volume di un gas incontra uno spazio in cui trovisi contenuto un altro gas, le sue molecole si spandono in questo nuovo spazio e vengono ad interporsi alle molecole di quello che lo occupa, mentre un numero pari di molecole di questo sottentrano nello spazio occupato dal primo e si interpongono alle molecole di esso che ancora vi rimangono: conseguentemente i due gas tendono a mescolarsi regolarmente, e ciò fanno realmente, sicchè i due spazii vengono poi occupati da un miscuglio uniforme in tutti i suoi punti.

I seguenti sperimenti vengono a porre in piena luce questa proprietà dei gas. Si riempiscano due palloni di vetro (*fig.* 111), l'uno con azoto l'altro con ossigeno: si uniscano col mezzo di un tubo di piccol diametro: poscia si dispongano per modo che il pallone O pieno d'ossigeno trovisi inferiore, superiore il pallone A che contiene l'azoto: pochi giorni dopo se si esplora la natura dei gas dei due palloni, si trova che questi contengono ambidue un miscuglio uniforme d'ossigeno e d'azoto.



fig. 111

La stessa cosa si ottiene con due palloni, uno CO^2 (*fig.* 112, pag. 242) pieno d'acido carbonico, l'altro H pieno d'idrogeno, e collocati in guisa che l'acido carbonico trovisi inferiore all'idrogeno.

La mescolanza si effettua contro la legge di gravità; e malgrado che l' idrogeno sia assai più leggero che l' acido carbonico, tuttavia questi due gas si rinvengono dopo alcuni giorni egualmente distribuiti nei due palloni.

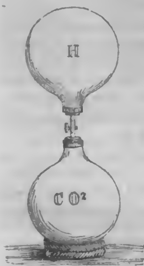


fig. 112

Egli è per questa forza espansiva che un cilindro pieno d' un gas più pesante dell' aria, e lasciato a sè con l' orifizio superiormente rivolto, in breve tempo trovasi vuoto d' acido carbonico, e pieno d' aria.

Se si riempie di gas ossigeno una vescica di bue secca, e legatone strettamente il collo si abbandona a sè, dopo qualche giorno la si rinviene piena d'un miscuglio d' ossigeno e d' azoto: in questo caso il miscuglio ha luogo per trapelamento dei gas attraverso la porosità della vescica.

Egli è mercè questa legge che spieghiamo l' uniforme distribuzione dell' ossigeno e dell' azoto nell' aria atmosferica, e la presenza dell' acido carbonico anche nelle più elevate regioni a cui possa giungere l' uomo, il che fa che in ogni regione della terra l'uomo e gli animali possono respirare, e sulle più elevate montagne si mantiene la vegetazione.

§. **155**. Muovesi una questione. Sulla superficie della terra sono continue le combustioni; migliaia e migliaia di animali respirano (1).

(1) L'aria che l'uomo espira contiene 4 0/0 d'acido carbonico.

In 24 ore un uomo converte in acido carbonico da 750 ad 850 litri d'ossigeno. Dai calcoli del sig. Lassaigne risulterebbe che un cavallo produce col respirare 220 litri d'acido carbonico, ed in 24 ore 5280 litri,

Dalle ricerche del sig. Boussingault, e da calcoli basati su dati statistici della città di Parigi, la cui popolazione è quasi di 1000000 di abitanti, si ricaverebbe che la produzione dell'acido carbonico in questa città è come segue in 24 ore.

Respirazione	degli uomini	m. c.	336777
id.	dei cavalli	»	132370
Combustione	del legno	»	855385
id.	del carbone di legno	»	1250700
id.	del litantrace	»	314215
id.	della cera	»	1071
id.	del cevo	»	25722
id.	dell'olio	»	28401
			2944641.

In un anno si avrebbe la produzione di 1077738606 met. cub. d'acido carbonico.

e combustioni e respirazione cangiano l'ossigeno in acido carbonico.

Come è che la proporzione dell'ossigeno all'azoto conservasi nell'aria invariabile, e sempre così scarsa è quella dell'acido carbonico?

La soluzione di questa difficoltà sta nell'azione che le piante viventi esercitano sull'acido carbonico sotto l'influenza della luce. Esse valgono a decomporre questo gas, e prendendone il carbonio riversano nell'aria l'ossigeno.

In un vaso pieno d'acido carbonico si pongano foglie recentemente staccate dalla pianta, e perciò ancora in vita, e chiuso il vaso si esponga alla luce solare; dopo alcune ore se si esplora la natura del gas contenuto nel vaso, si trova che esso contiene molto ossigeno libero.

Leblanc analizzò l'aria raccolta da una delle serre dell'orto botanico di Parigi dopo una giornata serena, e non vi rinvenne acido carbonico: la trovò inoltre ricca d'ossigeno quanto l'aria ordinaria: essa conteneva in volume 21 $^0/_0$ di questo gas.

Ora si osservi che grande è il numero delle piante vegetanti alla superficie del suolo; che non ne difettano le montagne le più elevate; che quando cessa la vegetazione per noi, non manca essa tuttavia nei climi più meridionali, e che perciò perenne è l' azione delle piante sulla superficie della terra, e perenne la decomposizione dell'acido carbonico operata da esse, come è perenne la sua produzione per combustioni e respirazioni.

§. **156**. Nei luoghi nei quali l'aria non si può rinnovare, la combustione e la respirazione producono acido carbonico, che non venendo nè decomposto nè eliminato, si rende incomodo e pericoloso a chi vi dimora.

Un uomo converte in acido carbonico da 750 ad 850 litri d'ossigeno in 24 ore. Supponendo che la respirazione possa continuarsi finchè tutto l'ossigeno dell' aria sia convertito in acido carbonico, l'uomo abbisognerebbe di 3750 a 4250 litri d'aria in 24 ore.

Ma l'aria che contiene 10 $^0/_0$ d'acido carbonico non è più respirabile, nè mai si deve giungere a questo segno se pure vuolsi evitare il pericolo di gravi danni. Leblanc pone come precetto che ad un uomo debbansi dare da 6 a 10 met. cub. d'aria per ora perchè possa sanamente respirare.

Prendendo per media 8 met. cub. si troverà che per un uomo, una camera da letto, in cui egli debba dimorare 8 ore durante il sonno senza che si rinnovi l'aria, deve avere una capacità di 64 met. cub.

Un cavallo produce 220 litri circa d'acido carbonico in un'ora. Per respirare in un luogo chiuso senza soffrirne, ha bisogno che gli si forniscano da 18 a 20 metri cubici d'aria per ogni ora; e perciò per una lunga dimora, per esempio di 8 ore, almeno 144 met. cub.

Questi dati sono utili pei costruttori di abitazioni. Essi sono tuttavia esagerati nella pratica, essendo che è raro il caso che un uomo stia per 8 ore continue in una camera senza che o le porte o le finestre si aprano; e le chiusure delle porte e delle finestre permettono quasi sempre, più o meno, un rinnovamento dell'aria negli abitati.

Quando uomini od animali debbano vivere in luoghi troppo angusti perchè l'aria in essi contenuta sia bastevole alla loro respirazione durante la loro dimora, è di stretta necessità impiegare i mezzi coi quali all'aria carica d'acido carbonico altra nuova e non ancor guasta venga surrogata: a ciò servono i varii sistemi di ventilazione.

Questa necessità si fa sentire nei teatri, nelle scuole, in tutti i luoghi destinati a numerose riunioni; essa è pure urgente nelle miniere nelle quali lavorano molti operai. Leblanc trovò in alcune gallerie delle miniere di Poullauen l'ossigeno libero ridotto a 18 o 19 $^0/_0$ dell'aria; in altre esso era ridotto a 17 $^0/_0$: in un angolo remoto in cui da lungo tempo nissuno era penetrato trovò l'ossigeno libero ridotto a 9,9 $^0/_0$; gli uomini non potevano respirarvi senza venir colti da vertigini.

§. **157**. Dalle cose dette intorno ai materiali dell'aria e dalla conoscenza delle reazioni chimiche di questi si spiegano molti fatti chimici che tuttodì ci cadono sotto gli occhi, o che si producono nell'esercizio delle arti.

Le combustioni del legno, del carbone, del coke, del gas illuminante, delle materie grasse di cui ci serviamo per procurarci luce, si operano in grazia dell'ossigeno; senza l'ossigeno non brucierebbe il solfo dei solfanelli ordinarii; il fosforo s'infiamma nell'aria quando si riscalda convenientemente in grazia dell'ossigeno. Il potassio, il sodio, il manganese ecc. in contatto dell'aria si ossidano anche a bassa temperatura: un ferro rovente battuto sull'incudine scintilla, come scintilla l'acciarino che batte sulla pietra focaja, e quelle scintille sono particelle di ferro che bruciansi per l'ossigeno dell'aria. Il protossido di ferro non si conserva in contatto dell'aria, e prontamente passa allo stato di sesquiossido di colore rosso-bruno.

Si bagni una matassa di cotone in una soluzione di solfato di protossido di ferro, quindi ben spremuta s'immerga in una soluzione di potassa o soda caustica; sui fili della matassa si deporrà protossido di ferro di colore dapprima biancastro quindi grigio sporco; questo colore volgerà prontamente a quella tinta che è detta *camoscio*, purchè si lasci la matassa per un tempo conveniente in contatto dell'aria.

Il protossido di manganese passa anch'esso ad un grado superiore d'ossidazione col contatto dell'aria, e da bianco diventa bruno-scuro: i tintori tingono le stoffe in colore detto *solitaire*, immergendole in una soluzione di solfato di protossido di manganese, tuffandole quindi in una soluzione di potassa o soda caustica, ed esponendole all'aria.

L'azzurro di Berlino, ottenuto col vitriolo verde ed il prussiato di potassa, diventa più scuro che non è al momento della precipitazione quando lo si lasci per qualche tempo a libero contatto coll'aria.

Il nero, ottenuto colla tintura di galla ed il vetriolo verde, si avviva e diventa più scuro quando si esponga all'aria.

È pure un'ossidazione quella che soffre l'inchiostro da scrivere, che appena deposto sulla carta ha una tinta chiara, e col tempo si fa oscuro.

Mescolando indaco in polvere con acqua, solfato di protossido di ferro, e calce, si ottiene una soluzione d'indaco scolorato (indaco bianco), la quale non si conserva incolora che fuori del contatto dell'aria, ed appena viene a contatto di questa, ripiglia il colore azzurro scuro che è naturale all'indaco. Questo fenomeno si produce ogni giorno nei laboratorii dei tintori, i quali si servono dei bagni d'indaco (*cuves indigoféres* dei Francesi) per tingere il cotone, la lana.

Alle ossidazioni debbonsi pure riferire le alterazioni degli olii essiccativi (di noce, di lino ecc.), i quali pel contatto dell'aria diventano densi e come resinosi; l'imbrunire delle essenze lungo tempo conservate, e molti altri fenomeni congeneri, dei quali parleremo a tempo opportuno.

L'acido carbonico dell'aria è anch'esso cagione di molti fenomeni: ad esso si debbe attribuire, in parte almeno, l'indurimento della calce che si impiega alla fabbricazione delle abitazioni. Se si lascia calce sfiorita in contatto dell'aria libera, dopo qualche tempo la si trova tutta convertita in carbonato.

Il carbonato di potassa sciolto in poca acqua, e lasciato all'aria diventa bicarbonato.

La vegetazione inoltre è un fenomeno che non sarebbe possibile senza l'acido carbonico ecc.

L'umidità dell'aria produce aumento di peso nei corpi porosi, come per cagion d'esempio il carbone: egli è perciò necessario conservare questo corpo in luogo asciutto.

Molti corpi i quali diconsi *deliquescenti* non si conservano solidi che fuori del contatto dell'aria: senza questa precauzione essi assorbono umidità e si fanno liquidi: così l'acetato di potassa, il cloruro di calcio ecc.

Molti metalli si conservano inalterati in un'aria asciutta, si ossidano nell'aria umida; così il ferro.

Quanto all'azoto poca è la parte che esso prende nei fenomeni chimici prodotti dall'aria atmosferica; esso si dimostra per lo più inerte, se si eccettuino alcuni rari casi: così all'azoto atmosferico sembra debbasi attribuire la presenza dell'acido nitrico nell'acqua temporalesca: all'azoto dell'aria debbesi pure la produzione dei cianuri negli alti forni ecc. Un misto di carbone e carbonato di potassa scaldato ad alta temperatura, e su cui facciasi passare una corrente d'azoto, fornisce abbondante cianuro di potassio. Su questo fatto si fonda un metodo di fabbricazione del prussiato giallo di potassa, che di fresco venne proposto, e sembra debba tra breve venire abbracciato dai fabbricanti di prodotti chimici.

§. 158. Proprietà fisiche dell'aria atmosferica. L'aria atmosferica presenta dal lato delle sue proprietà fisiche alcuni particolari, dei quali ci è d'uopo occuparci, tuttochè colla massima brevità, perciocchè la loro conoscenza è necessaria al chimico ed al manifattore. Ciò che diremo dell'aria si potrà estendere agli altri gas.

§. 159. Compressibilità dell'aria. Si abbia un cilindro di cristallo AB (*fig.* 113), in cui sia contenuto un volume determinato d'aria, e chiudasi collo stantuffo c. Se si spinga questo verso il fondo del cilindro, l'aria si ridurrà ad occupare un volume minore del primo:



fig. 113

essa cede adunque alla compressione, e si riduce entro limiti più ristretti di quelli che avrebbe naturalmente: noi diciamo che essa è compressibile, od in altri termini che essa gode della proprietà della *compressibilità*.

Per ottenere questo risultamento è necessaria una forza che agisca nel senso del ravvicinamento dello stantuffo al fondo. Egli è facile il convincersi che quanto più si esercita valida la pressione, tanto minore si fa lo spazio in cui si costringe a concentrarsi l'aria. Che se per cagion d'esempio con una leggerissima compressione possiamo spingere lo stantufo fino in *t*, ci sarà d'uopo fare uno sforzo assai ragguardevole per ispingerlo in *t'*; che quindi la riduzione del volume a cui soggiace quell'aria compressa, è tanto maggiore quanto più gagliarda è la compressione che sovr' essa si esercita. Questo fatto si avvera per tutti i corpi gasosi.

Da ciò si dedurrebbe che non v'ha limite alla compressibilità di un gas: poichè quando siasi ottenuta una diminuzione di volume anche grandissima, sta ancora in noi l'ottenerla maggiore, purchè esercitiamo una compressione maggiore di quella che si era esercitata.

Ma alla compressione dei gas vi ha un limite, conosciuto per alcuni di essi, non conosciuto, ma che pure deve esistere, per altri, e questo è il punto in cui il ravvicinamento delle loro molecole è tale che non è più compatibile collo stato gasoso, e produce la loro liquefazione.

Molti gas quali sono l'acido carbonico, l'ammoniaca, il cianogeno, il cloro ecc., sottoposti allo sperimento sovra descritto, ma compressi molto più gagliardamente che nol possiam fare coll'apparecchio di cui ci siamo serviti, giunti ad un punto determinato di riduzione del loro volume cessano d'essere gasosi, e si rapprendono in gocciole liquide.

Alcuni altri finora resistettero alla compressione, e non mai si poterono ottenere liquefatti: tali sono l' ossigeno, l' azoto, l' idrogeno: debbesi però supporre che ciò dipendesse da che la pressione non era bastevole all'uopo.

§. **160**. **Elasticità dell'aria.** Ritorniamo al cilindro con cui abbiamo dimostrata la compressibilità dell'aria. Supponiamo che lo stantuffo sia giunto al segno *t'*: facciamo che cessi la compressione, ed esso risalirà prontamente al punto a cui trovavasi prima che si esercitasse la pressione.

L'aria ha adunque un'altra proprietà, quella di reagire contro la forza comprimente, e tendere a riprendere il volume primitivo, il che fa tosto che cessi quella forza che la teneva vincolata entro limiti più ristretti dei suoi naturali. Questa proprietà dicesi *elasticità*, ed appartiene non solo all'aria ma a tutti gli altri corpi gasosi.

L'elasticità dell'aria è perfetta (1); poichè costretta sotto qualunque benchè validissima pressione a scemar di volume, cessando questa, ripiglia esattamente il suo volume primitivo.

L'aria in virtù della sua elasticità si *espande* ogni qual volta le si porga uno spazio non occupato da verun altro corpo. Diciamo in altri termini che l'aria gode della proprietà dell'*espansibilità*.

Abbiasi un cilindro M (*fig.* 114); in cui sia contenuto un volume d'aria determinato, e che occupi l'intervallo *a b* che è tra lo stantufo *p* ed il fondo del cilindro. Noi possiamo traendo lo stantufo in modo da allontanarlo dal fondo fino ai segni *c d e* aumentare lo spazio che esso limita, e renderlo doppio, triplo, quadruplo del primo; e se avessimo un tubo di lunghezza illimitata, sarebbe altresì senza limiti l'ingrandimento dell'accennato spazio. L'aria contenuta tra *a* e *b* verrebbe adunque in questo sperimento a prendere un volume doppio, triplo, quadruplo ecc. del primo, ed un volume infinito entro un tubo dotato di lunghezza infinita. L'espansibilità dell'aria, e dei corpi gasosi in genere, non ha adunque limite veruno.

fig. 114

(1) Dicesi elasticità perfetta quella per cui un corpo alterato nel suo volume o nella sua forma da una forza, cessata l'azione di questa, ritorna *esattamente* al suo volume, alla sua forma. Una lastra d'acciaio si piega quando se ne avvicinano gli estremi, se cessa la forza che per tal modo ne altera la forma, essa ritorna ad essere quale era prima. Una corda armonica pizzicata dal suonatore si allunga; lasciata a sè instantaneamente vibra, e dopo alternative oscillazioni ritorna alla sua primitiva lunghezza: la lastra d'acciaio e la corda possiedono in tal caso una elasticità perfetta. Una lastra di piombo ha pure entro certo limite una elasticità perfetta: piegata, quindi lasciata a sè ritorna alla sua forma: ma quando la flessione sia alquanto notevole, essa trovasi alterata definitamente nella sua forma; in tal caso la sua elasticità dicesi imperfetta.

§. 161. **Macchine pneumatiche.** — Queste nozioni ci guidano a comprendere la costruzione e l'uso di quelle macchine che diconsi *pneumatiche*, le quali se sono utilissime nei laboratorii chimici, il sono pur anche divenute nell' esercizio delle arti, alle quali esse già presentano importanti servigi.

Si abbia un palloncino di vetro A (*fig.* 115) di capacità conosciuta, a cui si adatti un cilindro M in cui muovasi uno stantufo. Una chiavetta *e* serva a chiudere il collo del palloncino, ed a togliere la comunicazione di esso col cilindro. Un'altra chiavetta *p* collocata alla parte inferiore del cilindro M, ponga la capacità di questo in comunicazione coll' aria esterna. Lo stantufo essendo in *a*, chiusa la chiavetta *p*, aperta la chiavetta *e*, si allontani dal fondo del cilindro finchè giunga in *b*: e supponiamo che in questo suo viaggio lasci libero uno spazio compreso tra i segni *a* e *b* che eguagli la capacità del palloncino A. Egli è evidente che per tal modo l'aria contenuta nel palloncino A, verrà ad occupare uno spazio doppio cioè A+M. Se a quel punto si chiude la chiave *e*, ed aperta la chiave *p*, si spinge lo stantufo di nuovo in *a*, l'aria che avea preso stanza nel cilindro uscirà per la chiave *p*, e sarà definitivamente tolta dall'apparecchio.

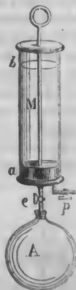


fig. 115

Si chiuda nuovamente *p*, si apra *e*, si tragga ancora una volta lo stantufo da *a* in *b*, l'aria che rimaneva in A verrà ancora a prendere un volume A+M. Si chiuda nuovamente *e*, si apra ancora *p* per fare uscire dal cilindro quell' aria che vi si era collocata, e si rinnovino più volte queste successive operazioni. Si comprende che ad ogni volta che si trae lo stantufo in *b*, si divide per 2 la quantità d'aria che trovasi in A. Che perciò chiamando questa 1, dopo il primo colpo di stantufo, essa non sarà più che $\frac{1}{2}$, dopo il secondo $\frac{1}{4}$, dopo il terzo $\frac{1}{8}$, ecc.... e che le quantità d' aria che successivamente si troveranno nel palloncino, saranno tra loro in ragione inversa delle potenze di 2, saranno cioè

$$1 \quad \frac{1}{2} \quad \frac{1}{4} \quad \frac{1}{8} \quad \frac{1}{16} \quad \frac{1}{32} \quad \frac{1}{64} \quad \frac{1}{128} \quad \frac{1}{256} \quad \frac{1}{512} \quad \frac{1}{1024} \quad \text{ecc.}$$

Si scorge che se il pallone avesse soltanto la capacità di 1 litro, al decimo colpo di stantufo, verrebbe già a più non contenere che $\frac{1}{1024}$ di litro d'aria, ossia meno d'1 centimetro cubico; all' 11° colpo non ne conterrebbe più che $\frac{1}{2048}$, quantità la quale si può già considerare come nulla.

Egli è chiaro altresì che la rapidità con cui si giunge a togliere l'aria dal palloncino A, dipende dalla maggiore o minore capacità del cilindro in cui si muove lo stantufo; per modo che se nel portarsi questo da *a* in *b* lasciasse libero uno spazio che fosse triplo della capacità del palloncino, col primo colpo di stantufo si estrarrebbero $^3/_4$ dell'aria, il palloncino non ne conterrebbe più che $^1/_4$, che al secondo colpo si ridurrebbe ad $^1/_{16}$, il che nel caso dapprima contemplato non si ottiene che al quarto colpo di stantuffo ecc.

Questo semplicissimo apparecchio rappresenta nella sua forma rudimentale le macchine pneumatiche onde si servono i chimici ed i fisici, e che si adoprano altresì in alcune arti chimiche. Ma ognun vede che la necessità di aprire e chiudere successivamente le due chiavette renderebbe l'impiego di un siffatto strumento sommamente penoso. Egli è per tal ragione che alle chiavi si sostituiscono animelle o linguette disposte come scorgesi nella *fig.* 116, la quale d'altronde rappresenta lo stesso apparecchio della figura precedente.

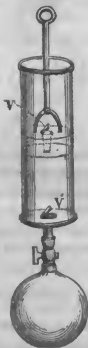


fig. 116

Invece della chiavetta *e* trovasi l'animella V' che si chiude d'alto in basso ed ottura l'orificio del pallone: invece della chiavetta *p* trovasi l'animella V, che muovesi sopra un canaletto scolpito nello stantufo istesso, e lo chiude dall'alto in basso. Supponiamo ora che lo stantufo sia collocato sul fondo del cilindro; le due animelle rimarranno applicate sugli orifizii corrispondenti, e li chiuderanno. Traggasi ora lo stantufo in alto, l'animella V rimarrà chiusa: per l'incontro si aprirà l'animella V' spinta dall'aria del pallone che viene ad occupare lo spazio che lo stantufo lasciò libero

nel cilindro. Ora si prema lo stantufo verso il pallone, l'aria contenuta nel cilindro urterà contro l'animella V' e la chiuderà: frattanto continuando la pressione, quell'aria medesima non potendo uscire per altra via, urterà contro l' animella V e spingendola dal basso in alto l'aprirà, passando pel canaletto dello stantufo, e spandendosi all'esterno.

Si tragga una seconda volta lo stantufo in alto, l'aria ancora contenuta nel pallone si spanderà nel cilindro aprendo l'animella V'; ad un secondo abbassamento dello stantufo si rinnoverà il chiudersi dell'animella V', e l'aprirsi dell'animella V per lasciar libero il varco all'aria penetrata nel cilindro ecc.

Le macchine pneumatiche delle quali si servono i fisici ed i chimici benchè più complicate, sono però tutte costrutte su questo medesimo principio; noi non ne daremo la descrizione, proponendoci però di descrivere a suo tempo quelle che si impiegano nelle arti chimiche.

§. 162. **Peso dell'aria.** Dacchè possiamo colla macchina pneumatica procurarci un recipiente vuoto d'aria, ci troviamo aperta la via per riconoscere che l'aria è pesante.

Un pallone munito di chiavetta si adatti ad una macchina pneumatica; quindi vi si faccia il vuoto; chiusa la chiavetta, si distacchi dalla macchina e si pesi esattamente: si avrà il peso del pallone senz'aria. Si apra la chiavetta: si udirà un forte sibilo, prodotto da aria che si precipita nel pallone: si porti nuovamente questo sulla bilancia: si troverà il suo peso fatto maggiore del primo.

Oppure inversamente: si pesi il pallone ancor pieno d'aria, poi fattovi il vuoto si ripesi: si vedrà che pel fatto della sottrazione dell'aria esso divenne più leggero. La differenza è il peso dell'aria che era contenuta nel pallone.

Se invece di riempiere il pallone d'aria lo si riempisse d'un altro gas, si avrebbe per la stessa maniera il peso di questo per il volume del pallone.

Egli è evidente inoltre che se il pallone ha esattamente la capacità di 1 litro, la differenza di peso ottenuta nella precedente esperienza darà il peso d'un litro d'aria, o di quel gas di cui si era riempiuto il pallone; che se quello avesse la capacità di 2 litri, il peso di 1 litro si ricaverebbe dividendo per 2 la differenza osservata, e che qualunque sia la capacità del pallone si dedurrà il peso di 1 litro del gas pesato dividendo il peso ottenuto per la capacità del pallone.

L'aria è adunque un corpo pesante: tende cioè a portarsi al centro della terra, nè più nè meno che se fosse un liquido od un solido.

La terra pertanto che noi abitiamo circondata quale essa è dall'aria atmosferica, debbe soggiacere alla pressione che questa vi esercita come corpo pesante, nella stessa guisa che se essa fosse circondata da uno strato d'acqua, o d'altro liquido che dovunque ed uniformemente la ricoprisse. Ella è cosa necessaria a chi esercita le arti chimiche il conoscere quanto valga questa pressione, perciocchè essa è un'unità di misura che serve bene spesso per esprimere con numeri le pressioni che ad arte si esercitano in molti apparecchi, dei quali si valgono i chimici manifattori.

Sia A la terra (*fig.* 117): B uno strato d'acqua che la circondi unifor-

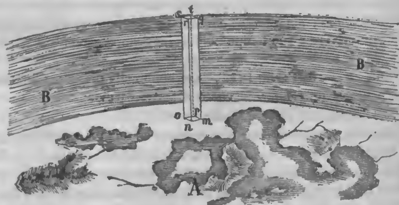


fig. 117

memente e presenti dovunque la stessa altezza, per esempio di 1 metro (100 centim.); sapendo che 1 centim. cubico d'acqua pesa 1 gramma, sarà facile il determinare qual peso sopporterà una porzione *mnop* della superficie della terra, eguale per cagion d'esempio ad 1 decimetro quadrato. Infatti sulla superficie accennata riposerà un prisma *mnopqrst* d'acqua alto 1 metro e colla base di 100 centimetri quadrati, e la cui solidità sarà per conseguenza di 10000 cent. cubici, pesanti insieme 10000 gr. ossia 10 chilogrammi.

Egli è chiaro che su d'una superficie doppia la pressione sarebbe doppia, cioè di 20 chilogrammi, su d'una superficie tripla di 30 ecc., e per egual ragione su d'una superficie che fosse 1/2 decimetro quadrato sarebbe di 5 chilogr. su d'una superficie di 1/100 di decimetro

quadrato, ossia su d'1 cent. quadrato sarebbe solo di 100 gramme ossia di 1 ettogramma.

Per egual guisa potremmo determinare la pressione che eserciterebbe un'altra atmosfera formata di qualunque liquido si volesse, purchè ne fosse conosciuta l'altezza, e si conoscesse quanto pesa una unità di volume di esso liquido, per esempio 1 cent. cubico.

Egli è facile a scorgersi, che affine di poter procedere a questo calcolo è necessario che il liquido premente sia uniforme in tutta la sua altezza, sicchè dovunque se ne tolga una misura presa per unità, vi si trovi sempre lo stesso peso.

Ei pare a prima giunta, che un così semplice computo dovrebbe potersi eseguire per l'aria atmosferica; e la cosa sembrerebbe infatti possibile quando si sapesse a quale altezza giunge lo strato d'aria che forma l'atmosfera alla terra; perciocchè se nell'esperimento più sopra descritto (§. 162) avessimo trovato che 1 litro, ossia 1 decim. cubico d'aria pesa 1,293, il peso dell'aria sulla superficie di 1 decimetro quadrato dovrebbe essere 1,293 moltiplicato pel numero dei decimetri da cui si misura l'altezza dell'atmosfera.

Ma da una parte non si conosce ancora a quale altezza pervenga lo strato d'aria atmosferica che sovrasta alla terra, e quanto si dice a questo riguardo non è che frutto di calcoli approssimativi e di congetture. Dall'altra poi, quand'anche si sapesse con matematica esattezza definire qual sia l'altezza dello strato atmosferico sulla superficie della terra, non potrebbe tuttavia farsi il computo di cui discorriamo, perciocchè mancherebbe una delle condizioni che sono indispensabili perchè esso torni possibile, cioè l'eguaglianza di peso di volumi eguali d'aria nelle diverse regioni che essa occupa più o meno discoste dalla terra. Infatti se misuriamo 1 litro d'aria alla superficie del mare e lo pesiamo, troviamo che esso agguaglia 1,293, e se misuriamo ancora un litro d'aria sulla vetta del monte Bianco, o di un'altra elevata montagna, il troviamo, pesandolo, notevolmente più leggero di 1,293, e tanto minore troveremo il peso della stessa misura d'aria, quanto più elevata sarà la regione in cui la raccoglieremo. Il peso adunque di un volume determinato d'aria non è eguale in ogni regione, ma tanto minore quanto più ci scostiamo dalla superficie della terra.

A chi si rammenti quanto abbiam detto intorno alla compressibilità dell'aria atmosferica, non sarà difficile il darsi ragione del fatto sopra

esposto. Infatti si concepisca l'atmosfera BB che circonda la terra A divisa in più strati concentrici 1, 2, 3, 4 ecc. (*fig.* 118) sovrapposti gli

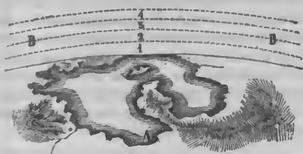


fig. 118

uni agli altri: ognuno comprende che mentre essi tutti tendono pel loro peso verso il centro della terra, lo strato 1° sopporterà il peso degli strati 2, 3, 4, e ne verrà notevolmente compresso ed addensato: lo strato 2° non sarà più compresso che dagli strati successivi 3 e 4; e così via via, a misura che ci allontaneremo dalla terra troveremo strati d'aria soggetti a sempre minore pressione, i quali perciò saranno sempre meno stipati ed addensati dei precedenti. Un litro adunque d'aria che si raccolga nel primo strato, il più vicino alla terra, avrà un peso maggiore di quello d'un litro d'aria raccolta nel secondo, ed a più forte ragione avrà un peso maggiore di una medesima misura d' aria raccolta nel 3° o nel 4° strato.

La conoscenza adunque del peso di un volume determinato d'aria, non può condurci a conoscere quanto pesi tutta l'atmosfera su d'una frazione limitata della superficie della terra.

Ma a risolvere il problema ci soccorre mirabilmente un semplicissimo strumento che dicesi *Barometro*, la cui scoperta è dovuta a due grandi ingegni italiani, Galileo e Torricelli.

Si abbia un tubo di vetro AB (*fig.* 119) di pareti alquanto spesse, del diametro interno di quattro o cinque millimetri, lungo 1 metro all'incirca, chiuso in B, aperto in A; dopo d' averne diligentemente nettata ed asciugata l'interna superficie si riempisca compiutamente di mercurio purissimo, operando in modo che non rimanga veruna benchè piccola bollicina d'aria imprigionata tra la superficie del vetro ed il mercurio. Ciò fatto si chiuda col pollice l'orifizio A, e capovolto il tubo se ne tuffi l' orifizio ancora chiuso col dito entro un vaso che

contenga mercurio egualmente puro Così disposto il tubo e tutto essendo pieno del liquido metallico, si rimuova il pollice che lo chiude; si vedrà tosto un fatto singolare, abbassarsi cioè il mercurio nel tubo abbandonandone il fondo, e quindi risalire e nuovamente abbassarsi, oscillando più volte, finchè s'arresterà ad una altezza di met. 0,76, sopra il livello del mercurio del serbatoio, e quivi rimarrà stazionario. Egli è da notarsi che l'altezza a cui si arresta il mercurio, sarebbe la stessa, quand'anche si adoperasse un tubo che fosse più lungo di 1 metro; e che quando si sperimentasse con un tubo che fosse o esattamente alto 76 centimetri, o di altezza minore, il mercurio non vi si abbasserebbe menomamente, ma tutta ne occuperebbe in permanenza la capacità.



fig. 119

La nostra mente è naturalmente spinta a cercare la ragione di questi fatti, e noi la troviamo nel peso dell'aria atmosferica; del che possiamo convincerci procedendo a semplicissimi sperimenti.

In un bagno di mercurio MM (*fig.* 120, p. 256), si tuffi l'estremo B del tubo AB aperto ai due suoi estremi: il mercurio non salirà in esso, ma rimarrà di livello col mercurio del bagno; e noi ci persuadiamo a priori che la cosa deve succedere a questo modo, poichè il mercurio compreso tra le pareti del tubo, ed il mercurio che lo circonda si trovano in condizioni affatto identiche. Notisi essere l'orifizio A aperto e perciò la capacità del tubo piena d'aria e comunicante con l'aria esterna; trovarsi quindi, per rispetto all'azione che l'aria vi può esercitare, in eguali condizioni il mercurio entro il tubo e quello del bagno. Si tuffi ora nel medesimo bagno un altro tubo CD, alto un metro, aperto in D, ed al cui estremo C sia adattata una macchina pneumatica P col cui mezzo si possa estrarre l'aria che ne occupa la capacità: si ponga in azione la macchina: a misura che l'aria si toglierà dall'interno del tubo, si vedrà il mercurio salirvi per entro, e sempre più innalzarsi finchè giunga ad una altezza di 76 centimetri sopra il livello

tenente mercurio, in cui si immerge un tubo barometrico MN il quale passa pel collo C della campana e vi si unisce esattamente col mezzo di un mastice impermeabile. La chiave g stando aperta, il mercurio del barometro MN rimarrà stazionario all'altezza di 76 centimetri. Ma si unisca il tubo t con una macchina pneumatica, e si estragga l'aria della campana; immediatamente si vedrà il mercurio abbassarsi, e via via discendere finchè si componga entro il tubo alla stessa altezza del mercurio del serbatoio. Chiusa la chiavetta g si potrà staccare l'apparecchio dalla macchina pneumatica, ed il mercurio rimarrà sempre al livello indicato, finchè apertasi la chiavetta l'aria si precipiti entro la campana: non appena ciò sarà fatto, il mercurio nuovamente si innalzerà fino a 76 centimetri.

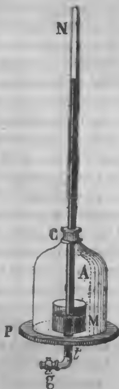


fig. 121

Questo sperimento prova ad evidenza che alla pressione che esercita l'aria si debbe attribuire lo stare il mercurio sospeso entro il tubo barometrico.

Dalle cose dette finora egli si comprende che il peso dell'aria è la cagione per cui il mercurio sta sospeso entro il barometro, e che perciò dal peso della colonna barometrica noi possiamo argomentare quanto pesa l'aria che le fa equilibrio, siccome colle bilancie ordinarie noi deduciamo il peso di un corpo posto su d'uno dei piattelli, dal numero delle unità di peso di cui è d'uopo caricare l'altro piattello per porre la bilancia in perfetto equilibrio.

Abbiasi pertanto un tubo barometrico la cui sezione trasversale sia di 1 cent. quadrato, si supponga che sia l'altezza del mercurio entro di esso di 76 centimetri sopra il livello del mercurio del serbatoio; il peso di quella colonna di mercurio rappresenterà quanto pesa l'aria su d'una frazione della superficie della terra eguale ad 1 centimetro quadrato: e poichè un centimetro cubico di mercurio pesa gr. 13,597, così sarà facile il dedurne che il peso della colonna atmosferica che

del mercurio in cui il tubo è tuffato, al qual punto esso si arresterà, e rimarrà stazionario per quanto si affatichi la macchina pneumatica. Egli apparisce ora che in questo esperimento abbiamo tolta l' identità di condizioni in cui si trovavano il mercurio dell'interno del tubo, e quello del bagno, poichè colla macchina pneumatica abbiam sottratta l' aria dalla capacità del tubo, mentre ancor rimase sotto l' influenza di questo fluido il mercurio del bagno.

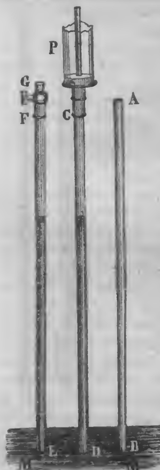


fig. 120

Operiamo ora in modo inverso. Siasi estratta l'aria dal tubo EF, sicchè il mercurio vi sia salito all' altezza di 76 centimetri, e si apra la chiave G che tiene chiuso l'estremo superiore del tubo; immediatamente si udirà un sibilo prodotto dall'aria che si precipita per la chiavetta aperta, e contemporaneamente si vedrà il mercurio interno discendere al livello del mercurio esterno. Coll' aprire la chiavetta noi abbiamo lasciata libera l' entrata all'aria, sicchè il mercurio interno si trovò relativamente a questo fluido nella medesima condizione in cui si trovava quello del tubo AB, e si compose in equilibrio col mercurio del bagno.

Egli è agevole lo scorgere che, come nel tubo DC tolta l'aria il mercurio sale all' altezza di 76 centimetri, nel tubo barometrico AB (*fig.* 119) il mercurio sta sospeso all'altezza medesima, perchè in esso nissuna pressione può esercitar l'aria sulla colonna di mercurio per contrapporre la sua azione alla pressione che l'aria esercita sul mercurio del bagno, della qual cosa se pur si volesse una prova sperimentale si potrebbe ancora procedere nel modo seguente.

A (*fig.* 121) è una campana di vetro, il cui orlo inferiore si adatta esattamente sulla superficie d' un piatto metallico *p*, nel centro di questo v' ha un apertura circolare comunicante con un tubo metallico *t* munito di chiavetta *g*: sotto la campana sta un serbatoio con-

fa equilibrio a 76 centimetri di mercurio è eguale a

$$76 \times 13,597 = {}^{gr.}1033,372,$$

ossia in numero intero 1033 grammi.

Il che posto noi scorgiamo come si possa calcolare quanto pesi l'atmosfera su d'una porzione qualunque della superficie della terra, poichè basterà per questo fine moltiplicare il peso di 1033 gr. pel numero dei centimetri quadrati che misura l'estensione di quella porzione di superficie terrestre; il prodotto sarà il peso cercato.

Abbiam detto finora che l'altezza del mercurio nel tubo barometrico è di met. 0,76. Egli è però d'uopo soggiungere che questa altezza non è costante in tutte le regioni dell'atmosfera, ma che in esse varia secondo che più o meno esse si discostano dalla terra. L'altezza accennata è propriamente quella che si osserva quando si sperimenta al livello del mare, ossia in quelle regioni della terra le quali sono naturalmente più vicine al centro di essa. Ma a misura che ci allontaniamo da queste regioni, e ci innalziamo sopra il livello del mare, troviamo che la colonna del barometro si abbassa, e tanto più quanto più noi ci innalziamo. Così l'altezza barometrica a Torino è di met. 0,733, a Madrid non è che di 0,704, all'ospizio del Monte S. Gottardo non è più che di 0,586.

La stessa cosa si osserva dagli aëronauti, i quali dall'abbassarsi del barometro giudicano del loro discostarsi dalla terra.

Questa diversa pressione è quella da cui dipende il fatto già accennato della differenza che trovasi tra il peso di 1 litro d'aria misurato al livello del mare e quello dello stesso volume d'aria misurato per cagion d'esempio sul Monte Bianco. Quella quantità d'aria che al livello del mare sta tutta contenuta in un litro, e pesa 1,293, sul Monte Bianco, non essendo più sotto così valida pressione, si espande, sicchè una parte di essa non può più stare ristretta nei limiti del volume di 1 litro; ciò che rimane non è più che una parte dell'aria che si conteneva nel litro a livello del mare, e pesa necessariamente meno di 1,293.

Che la diminuzione di pressione determini un accrescimento di volume nei gas il prova la seguente esperienza. Sotto la campana della machina pneumatica si ponga una vescica semi-piena d'aria sicchè rimanga avvizzita: si faccia il vuoto sotto la campana; la vescica si inturgidirà dapprima, e poi scoppierà. La stessa vescica si

vedrebbe inturgidirsi quando venisse portata a considerevole altezza sopra il nostro livello.

§. **163**.—Il volume dei gaz varia adunque col variare delle pressioni a cui si sottopongono. Ma le variazioni hanno una legge, la quale si esprime così : *I volumi dei gas stanno tra loro in ragione inversa delle pressioni a cui essi soggiacciono*. Questa legge si dimostra facilmente col mezzo dell'apparecchio che dall'autore prese il nome di *Tubo di Mariotte*. Esso è un tubo lungo circa due metri (*fig.* 122), del diametro di 1 centimetro circa, di pareti alquanto resistenti, aperto in A, chiuso in B, ed a poca distanza da questo estremo curvato a modo di U; collocato perpendicolarmente questo apparecchio, vi si versa entro una piccola quantità di mercurio, tale che riempisca solo la curvatura fino al livello *m n*. Rimane così nella parte chiusa del tubo un volume d'aria compreso tra il livello *m n* ed il fondo B, il quale non soggiacerà a veruna pressione artificialmente esercitata, sibbene sopporterà quella della colonna d'aria che gravita in *m* sopra il mercurio. Chiamiamo quel volume d'aria 1 e la pressione che esso sopporta parimente 1. Si versi ora per l'estremo A nuovo mercurio entro il tubo tenuto in posizione verticale; si vedrà che a misura che nuovo liquido si aggiunge, l'aria compresa fra *n* e B scemerà di volume. Si proceda finchè il mercurio sia salito nel corto braccio fino in *n'*, ossia finchè il volume dell'aria siasi ridotto da 1 ad $^1/_2$; il mercurio si troverà salito nel lungo braccio del tubo fino in o. Si misuri allora l'altezza del mercurio nel braccio lungo sopra il livello *m'n'*, e si troverà che esso agguaglia esattamente l'altezza della colonna di mercurio entro un barometro che si consulti durante l'esperimento. L'aria contenuta nel braccio corto del tubo è a questo punto compressa da un peso doppio di quello a cui soggiaceva prima, cioè dall'atmosfera, e da una colonna di mercurio eguale in peso ad essa, cioè da tutto il mercurio che è contenuto tra *m'* ed o. Si continui ora ad aggiungere mercurio finchè l'aria nel braccio corto sia ridotta ad $^1/_3$ del suo



fig. 122

volume primitivo. Il mercurio si troverà nel braccio corto all'altezza n'', e nel lungo braccio del tubo perverrà in p: se si misura a questo punto la colonna di mercurio che sovrasta al livello $m''n''$, si troverà che essa è eguale a due volte l'altezza della colonna barometrica, e ne deduciamo che l'aria che in principio dello sperimento era 1, si è ridotta ad $1/3$, quando la pressione che prima era di 1, per l'addizione di due pesi eguali a quelli dell'atmosfera, si è portata a 3. Da ciò si deduce che se facessimo le pressioni successivamente eguali a 4, 5, 6, ... 100, ecc. noi potremmo ridurre il volume dell'aria contenuto nel braccio corto dell'apparecchio ad essere $1/4$ $1/5$ $1/6$ . . . $1/100$ ecc. del primitivo.

Da ciò deduciamo altresì, che se a vece di crescere la pressione a cui soggiace quel volume d'aria quando è solo compresso dall'atmosfera, non andassimo via via scemandolo, facendo sì che si riducesse successivamente ad $1/2$ $1/3$ $1/4$ ecc. noi lo scorgeremmo crescere progressivamente e farsi doppio, triplo, quadruplo ecc. Ella è questa relazione appunto che si esprime con formola generica quando dicesi che i volumi dei gas stanno tra loro in ragione inversa delle pressioni.

Egli è per ciò che, come abbiam detto più sopra, una vescica semipiena d'aria si dilata e si rigonfia nella campana della macchina pneumatica in cui si fa il vuoto, e che una vescica puranche imperfettamente piena d'aria si rigonfia e si distende quando la portiamo in una regione molto elevata.

§. **164.** Comprimendo un gas per ridurlo a minor volume, troviamo che esso oppone una resistenza: questa muove dalla sua elasticità, la cui misura è la resistenza che noi proviamo, poichè la misura di una forza si deduce naturalmente da quella a cui essa può fare equilibrio. Alla forza della mano si possono sostituir pesi. Dunque la forza elastica di un gas è in ragione diretta dei pesi comprimenti, e perciò in ragion inversa dei volumi.

Quindi si potranno stabilire le serie seguenti per le pressioni crescenti:

Volumi	1	$1/2$	$1/3$	$1/4$ . . . $1/100$	ecc.
Pesi comprim.	1	2	3	4 . . . 100	ecc.
Forza elastica	1	2	3	4 . . . 100	ecc.

e per le pressioni decrescenti

Volumi	1	2	3	4 . . . 100	ecc.
Pesi comprim.	1	$1/2$	$1/3$	$1/4$ . . . $1/100$	ecc.
Forza elastica	1	$1/2$	$1/3$	$1/4$ . . . $1/100$	ecc.

§. 165. **Macchine a compressione.** La compressibilità dei gas ci permette di ridurli ad occupare un volume minore di quello che essi occupano naturalmente. Ciò si ottiene col mezzo delle macchine a compressione, le quali ci rappresentano una disposizione inversa a quella della macchina pneumatica.

Abbiasi il cilindro M annesso al pallone A, ed in cui si muova liberamente uno stantufo S (*fig.* 123) e munito di due chiavette delle

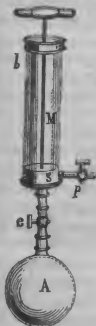


fig. 123



fig. 124

quali *p* annessa al cilindro serva a farne comunicare a volontà la capacità coll'arla esterna; ed *e* annessa al collo del pallone serva ad interromperne a placimento la comunicazione col cilindro: lo stantufo essendo collocato quale lo mostra la figura, chiusa essendo la chiave *e* ed aperta la chiave *p*, si tragga in alto fino in *b*: entrerà nel cilindro una quantità d'aria eguale alla sua capacità: chiudasi ora la chiave *p* ed aprasi invece la chiave *e* e si prema lo stantufo dall'alto in basso verso il pallone: l'aria del cilindro verrà sforzata a condensarsi nella capacità del pallone insieme a quella che già vi esisteva, e vi rimarrà

a permanenza, purchè, appena è giunto lo stantufo in *a*, si chiuda la chiave *e*. Ciò fatto, si può rinnovare la stessa serie di movimenti, riempiere il cilindro di nuova aria, e sforzar questa a condensarsi a sua volta nel pallone P.

Qui pure come nella macchina pneumatica si può agevolare di molto l'operazione, sostituendo animelle alle chiavette. La *fig.* 124 rappresenta la disposizione da darsi alle animelle, ed in essa si scorge che esse debbono prestarsi ad un effetto inverso a quello che esse producono nella macchina pneumatica. Lo stantufo S che si muove nel cilindro M ha scolpito nella sua spessezza un canaletto che si chiude dal basso in alto col mezzo di una animella *n*. Il cilindro, là dove si connette a vite col pallone, è munito di un'animella *v* che essa pure si chiude dal basso in alto. Ciò posto, essendo lo stantufo in alto nel cilindro, e questo pieno d'aria, si prema lo stantufo verso il pallone: si aprirà compressa dall'aria l'animella *v*, si chiuderà l'animella *n* per la resistenza dell'aria contenuta nel cilindro, la quale verrà sforzata a penetrare nel pallone A. Quando lo stantufo sia pervenuto al basso del cilindro, si tragga in alto: l'animella *v* spinta in alto dall'elasticità dell'aria compressa, si chiuderà e precluderà la via all'aria medesima. Frattanto coll' innalzarsi dello stantufo si aprirà l'animella *n*, e permetterà a nuova aria di penetrare nel cilindro, per essere quindi per una nuova operazione simile alla prima spinta e condensata entro il pallone A.

Conoscendo la capacità del pallone e la capacità del cilindro, si può dal numero dei colpi dati allo stantufo conoscere la quantità d'aria condensata. Supponiamo infatti che il pallone abbia la stessa capacità del cilindro: dopo il primo colpo di stantufo il pallone conterrà 2 volumi d'aria ridotti ad un solo, dopo il secondo 3, dopo il terzo 4 ecc.

Questo computo non è possibile che quando si riuniscano due condizioni, che cioè si conosca il rapporto esatto tra la capacità del cilindro della macchina comprimente, e la capacità del recipiente in cui l'aria si comprime; e che ad ogni colpo di stantufo si introduca intera nel recipiente medesimo tutta la quantità d'aria che conteneva il cilindro. In pratica la cosa non può sempre avverarsi, anzi non si avvera mai per dire così. Egli è quindi necessario ricorrere ad un altro criterio per conoscere quanto d'aria siasi condensata col lavoro della macchina comprimente; e noi l'abbiamo ovvio nella misura

della forza elastica dell'aria compressa, ossia della pressione che essa esercita sulle pareti del recipiente. A tale uso servono gli strumenti che si chiamano *manometri*.

§. **166.** Sia A (*fig.* 125) un recipiente qualunque, di pareti assai resistenti, in cui col mezzo d'una macchina comprimente si condensi aria. Si munisca uno dei punti delle sue pareti di un tubetto *t* il quale venga ad unirsi in esatta chiusura con un piccolo serbatoio S contenente mercurio, in modo però da non immergersi in questo liquido. Sia chiuso il serbatoio con un coperchio per cui passi un tubo *mn* il quale col suo estremo inferiore si immerga di qualche millimetro nel mercurio, e passando attraverso al coperchio con cui si unisca con esatta chiusura, si innalzi col suo estremo *m* aperto all' altezza di circa due metri. Egli è chiaro che se nissuna pressione si esercita sull' aria del recipiente A, non soggiace neppure a pressione veruna l' aria del serbatoio S; che quindi il mercurio che esso contiene vi sta in tal caso al suo naturale livello senza menomamente alzarsi nel tubo *mn*. Ma quando si prema sull'aria del recipiente A, la pressione si rifletterà eziandio sull'aria che nel serbatoio sovrasta al mercurio, e sforzerà il metallo ad innalzarsi a tale altezza, nel tubo *mn*, che la colonna che esso vi forma equilibri col suo peso la pressione esercitata; l'altezza pertanto della colonna di mercurio nel tubo *mn* crescerà col crescere della pressione, ossia col crescere della quantità d'aria con-



fig. 225

densata nel recipiente A. Supponiamo che il mercurio sia asceso all'altezza di 76 centimetri nel tubo *mn*; se ne argomenterà che la pressione che l'aria condensata esercita sul mercurio del serbatoio agguaglia *quella dell'atmosfera*: e poichè in principio dell'esperimento il recipiente conteneva un volume d'aria eguale alla sua capacità, ed era quel volume sotto la pressione di 1 atmosfera, si conchiuderà che ora l'aria vi è sotto una pressione doppia, o di 2 volte il peso dell'atmosfera, e quindi che il recipiente contiene un volume d'aria doppio del primo.

Se si giunga ad avere un'altezza di mercurio nel tubo *mn* eguale a due colonne barometriche ossia met. 1,52, si dirà che la pressione che l'aria esercita sul mercurio è di 2 atmosfere e che il recipiente contiene un volume di gas triplo di quello che si conteneva in esso in principio dello sperimento.

Il serbatoio S munito del suo tubo, e che serve all'uso indicato. chiamasi un *Manometro*.

Da quanto fu detto in precedenza della legge di Mariotte si argomenta che la quantità d'aria (o di un'altro gas qualunque) che si sforza a star contenuta in una capacità limitata, e la pressione che essa esercita sulle pareti del recipiente in cui si condensa, si possono misurare altresì facendo per modo che la sua pressione venga ad esercitarsi su d'un volume d'aria limitato, e misurando la diminuzione che questa presenta. Egli è appunto su questo principio che si fonda l'uso d'un altro manometro di cui daremo una breve descrizione. *mn* (*fig.* 126) è un tubo di vetro di diametro uniforme di pareti molto spesse, aperto in *m*, chiuso in *n*, e ripiegato in N a modo di U; nel braccio più corto di esso è soffiata una boccetta con pareti assai resistenti; in questa s'introduce mercurio, il quale debbe riempierne la metà circa, e riempiendo la parte curva N, salire nel braccio chiuso fino all'altezza *b* componendosi a naturale livello. Egli è chiaro che nello spazio *b n* del braccio chiuso del tubo, sta rinserrato un volume d'aria limitato, e che, quando si eserciti una pressione sul mercurio della boccetta, si sforzerà il mercurio ad innoltrarsi nello spazio

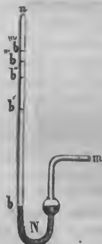


fig. 126

bn occupato dall'aria, ed a comprimervela, e che la riduzione di volume che questa verrà a provare sarà la misura della pressione esercitata. Si congiunga ora l'estremo m del tubo con un recipiente in cui si condensi aria od un altro gas, col mezzo di una macchina comprimente; a misura che la pressione del gas condensato anderà crescendo, il mercurio ascenderà dal segno b verso n. Suppongasi che esso pervenga alla metà della distanza tra b ed n, in b'; l'aria del tubo sarà ridotta ad essere contenuta in uno spazio che sarà 1/2 del primo, (bn) e dimostrerà col suo stringimento che soggiace ad una pressione doppia della prima, cioè a due atmosfere, ossia che nel recipiente in cui si condensa l'aria si è introdotto un volume di questo gas eguale a quello che vi si conteneva prima della condensazione. Quando il mercurio sarà salito in b'' nel manometro, ed occuperà 2/3 dello spazio $b\,n$, ossia quando l'aria che vi sta rinchiusa sarà ridotta a non occupare più che 1/3 dello spazio primitivo, si argomenterà che la pressione che si esercita sul mercurio è di 3 atmosfere, e che il recipiente in cui si fa la condensazione ha ricevuto due volumi d'aria eguali a quello che conteneva in principio dell'esperienza, e così di seguito quando il mercurio sarà salito in b''' b'''' se ne conchiuderà che l'aria del recipiente è compressa sotto 4, 5 atmosfere.

Queste nozioni saranno bastevoli pel chimico manufattore per comprendere in qual modo si possa calcolare sia il volume d'un gas condensato in un recipiente, sia la pressione che esso vi esercita. Perciò non ci dilungheremo nella descrizione minuta delle varie fogge di strumenti manometrici, riserbandoci di farne parola quando opportuna se ne presenti l'occasione.

§. 167.—Allorquando per mezzo di una reazione chimica si sprigiona un gas in un recipiente chiuso, esso esercita sulle pareti che lo rinserrano una pressione la quale va via via crescendo a misura che la reazione progredisce, e può giungere al segno da vincere la resistenza del vaso e determinarne la rottura con iscoppio. Tale è il caso delle bottiglie di vetro nelle quali si chiudono la birra, i vini spumeggianti, le acque carboniche: allorquando il turacciolo non vi è solidamente adattato e trattenuto con fili, la forza del gas imprigionatovi ne lo scaccia per lo più; ovvero se le pareti sono poco resistenti cedono esse e si rompono. I vasi nei quali tali liquidi si vogliono conservare debbono essere provati dapprima, col mezzo d'una macchina a compressione, ed assoggettandoli alla pressione di quel dato

numero d'atmosfere a cui debbono reggere quando s'impieghino al loro uso, o meglio e per maggiore sicurezza, ad una pressione che la superi di qualche atmosfera.

§. **168. Dilatabilità dell'aria e dei gas.** — L'aria, come tutti i corpi gasosi, ha la proprietà di dilatarsi allorquando si sottopone all'azione del calore, e di restringersi pel raffreddamento. Prendasi una vescica semipiena d'aria, e perciò vizza e floscia, e posta in un catino vi si versi sopra alquanta acqua calda: la si vedrà distendersi, quasi che vi s'introducesse nuova aria, farsi dura ed elastica. Popo dopo si trasporti la stessa vescica in altro catino, e vi si versi sopra acqua fredda, la sua distensione cesserà all'istante, ed essa si farà nuovamente floscia e cedevole come era in principio dello sperimento.

La dilatabilità dell'aria si può provare altresì nella seguente maniera. Abbiasi un tubo di vetro di piccol diametro (*fig.* 127) piegato a modo di U, aperto in *a*, e soffiato in boccia alquanto grande in B; si introduca in questo tubo una quantità d'acqua colorata che riempisca solo a metà la boccia, e poco si innalzi nel lungo braccio del tubo *b a*; basterà che si accosti alla boccia B un corpo caldo, od anche soltanto tiepido, come sarebbe a cagion d'esempio la palma della mano, perchè si scorga tosto deprimersi l'acqua nella boccia, ed innalzarsi rapidamente la colonna liquida entro il braccio *a b*. Si cuopra allora sollecitamente la boccia B con un pannolino bagnato d'acqua fredda, e tosto si otterrà un effetto inverso di quello che il calore avea prodotto, l'abbassamento cioè del liquido nel tubo *a b*, e l'elevarsi del medesimo entro la boccia B. Questi fenomeni si osserverebbero egualmente qualunque si fosse il gas contenuto nella boccia B.



fig. 127

L'esperienza ha dimostrato che i gas si dilatano o si restringono per le vicende di temperatura, giusta una legge, che fu scoperta da Gay-Lussac, per modo cioè, che ad ogni grado di calore in più od in meno il loro volume si accresce o si scema d'una frazione determinata. Cosicchè quando si abbia un volume di un gas ad una data temperatura, si può stabilire quale accrescimento, o qual diminu-

zione esso prenderà coll'aggiungervi o col toglierví un numero conosciuto di gradi di calore. Gay-Lussac avea stabilito che la frazione che rappresenta la dilatazione o lo ristringimento di un volume d'un gas per ogni grado di calore aggiunto o sottratto è eguale a 0,00375 ossia $\frac{1}{267}$. Giusta questa legge un volume di un gas eguale ad 1 (per esempio 1 litro) passando da 0° a +1° diventerebbe 1+0,00375 ossia 1 litro più 375 centomillesimi di litro; passando a +2° diventerebbe 1+(2×0,00375) ossia 1 litro più 0,00750 centomillesimi di litro; passando a +100° diventerebbe 1+(100×0,00375) ossia 1 litro più 0,375 millesimi di litro. — Inversamente un volume di 1 litro misurato a +100° passando alla temperatura di +100°—1° ossia +99° diventerebbe 1 litro —0,00375 ossia 0,99625 centomillesimi di litro passando a +100°—2° diventerebbe 1—(2×0,00375) e passando a 0° diventerebbe 1—(100×0,00375) ossia 1—0,375 ossia 0,625 millesimi di litro. Alla frazione 0,00375 ossia $\frac{1}{267}$ si dà il nome di coefficiente di dilatazione dei gas.

I lavori di Rudberg e di Regnault hanno più tardi dimostrato che il coefficiente di dilatazione non è eguale per tutti i gas: che per l'aria esso è=0,00366, e che per altri gas è maggiore: così l'acido carbonico ha per coefficiente di dilatazione 0,00369, l'acido cloridrico ha 0,00368.

Conchiudiamo da quanto abbiam detto intorno alla dilatabilità dell'aria e dei corpi aeriformi, che allorquando si vuole determinare il peso d'un volume di un gas è d'uopo si dica a qual temperatura esso si misurò.

Due condizioni pertanto influiscono sul volume dei gas.

La temperatura e la pressione a cui sono sottoposti. L'influenza d'ambedue queste condizioni debbesi aver presente ogniqual volta si tratti o di pesare o di misurare i gas.

I fisici ed i chimici hanno preso per base che ogni qualvolta si accenni al peso d'un corpo gasoso sotto un volume determinato, si intenda essere questo stato misurato alla temperatura 0° e mentre il barometro segna 76 centimetri. Così quando diciamo che un litro d'aria pesa 1,293, intendiamo che esso è misurato sotto la pressione atmosferica di 76 centimetri, ed alla temperatura di 0°.

§. 169. **Densità dei gas.**—A volumi eguali ed in pari circostanze

di pressione e di temperatura i corpi gasosi hanno pesi diversi. Così alla temperatura di 0° e sotto la pressione di un'atmosfera, ossia 76 centimetri

1	litro di	idrogeno	Pesa gr.	0,089
1	»	ossido di carbonio .	»	1,243
1	»	azoto	»	1,255
1	»	aria	»	1,293
1	»	ossigeno	»	1,429
1	»	acido carbonico . .	»	1,977.

A spiegarci questo fatto siamo naturalmente disposti a supporre che nei più leggeri, sotto egual volume, v'ha meno materia che nei più pesanti.

Possiamo inoltre prendere uno degli accennati corpi gasosi e stabilire che quanto v'ha di materia in un volume determinato di esso (a 0 e sotto la pressione di 76 cent.), per esempio in 1 litro, debba considerarsi come l'unità di paragone a cui si abbiano a confrontare tutti gli altri gas. Le quantità di materia contenute in volumi eguali di gas diversi debbono essere proporzionali ai loro pesi.

I fisici hanno stabilito che per termine di paragone si scegliesse l'aria, di cui 1 litro pesa 1,293.

Chiamando 1 la quantità di materia che si contiene nel peso d'aria 1,293, troveremo la quantità di materia contenuta in eguali volumi degli altri gas coi seguenti calcoli di proporzione:

	P. di 1 lit. d'aria		P. di 1 lit. di gas				Densità
Per l'idrogeno . . .	1,293	:	0,089	: :	1	:	$x = 0,068$
Per l'ossido di carbonico	1,293	:	1,243	: :	1	:	$x = 0,957$
Per l'azoto	1,293	:	1,255	: :	1	:	$x = 0,975$
Per l'ossigeno . . .	1,293	:	1,430	: :	1	:	$x = 1,106$
Per l'acido carbonico .	1,293	:	1,977	: :	1	:	$x = 1,529.$

Questi numeri esprimono le *densità dei gas* mentovati; col loro mezzo si potranno sempre esprimere i rapporti in peso di volumi eguali dei gas ai quali essi si riferiscono.

Così il peso di un volume d'aria, qualunque esso siasi, starà al peso d'egual volume di idrogeno come 1 : 0,068— il peso di un volume

qualunque d'azoto starà al peso d'egual volume d'acido carbonico come 0,975 : 1,529.

Da quanto abbiam detto si comprende che la *densità dei gas* si accresce o si diminuisce per l'azione del calore tolto od aggiunto, che perciò 1 litro d'aria a 0° pesa più che un litro d'aria a +10°, e che il peso della stessa misura d'aria anderà sempre scemando a misura che la sua temperatura si eleverà, poichè tutta la materia pesante che si contiene in un litro d'aria o di qualunque altro gas, non vi può star contenuta quando il calore la dilati, e deve scemar di peso per quel tanto di materia che il calore ne ha discacciato.

§. 170. **Diffusione del calore nei gas.** Una massa gasosa che abbia in tutti i suoi punti la stessa temperatura sta in perfetto riposo. Se in un qualche punto di essa venga ad accrescersi od a diminuirsi la temperatura, al riposo succede per lo più il movimento. Diciamo per lo più, poichè può accadere che il riposo persista. Il movimento si genera nella massa gasosa parzialmente riscaldata o raffreddata pel parziale cangiamento di densità prodotto dal mutamento di temperatura.

Se alla parte inferiore di un pallone pieno d'aria (fig. 128) si accosta

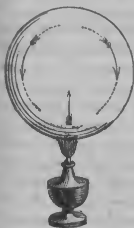


fig. 128



fig. 129

la fiamma d'una lampada, le molecole d'aria riscaldate si innalzeranno perchè dilatate e fatte più leggere di quelle che sono lontane dal punto che la fiamma lambisce. La figura indica il movimento pro-

dotto nell'aria in questa circostanza, il qual movimento ci fa risovvenire di quanto abbiamo osservato prodursi in simil caso nei corpi liquidi sottoposti a parziale riscaldamento alla parte inferiore dei vasi che li contengono.

Se il calore venisse applicato lateralmente al pallone (*fig.* 129), il riposo si turberebbe altresì, ed il movimento si determinerebbe nel senso indicato dalle saette. Se per l'incontro si scaldasse la parte superiore della massa d'aria contenuta in un simile recipiente, l'equilibrio non verrebbe perturbato, le molecole le quali sentirebbero l'influenza del calore si troverebbero di già in quel luogo a cui si porterebbero per la loro diminuita densità.

Per questa ragione si comprende come di due termometri collocati l'uno in *a* l'altro in *b* alla stessa distanza da una sfera di latta A (*fig.* 130) ripiena d'acqua bollente, il primo ben tosto segni una temperatura più elevata di quella dell'ambiente, il secondo non dia pressocchè verun segno di movimento. Infatti intorno alla sfera che trovasi a circa + 100° l'aria si riscalda prontamente e si rarefà, quindi si innalza a circondare e scaldare il termometro in *a*, mentre il termometro collocato in *b* non si troverà che a contatto dell' aria ambiente non riscaldata, la quale vien con moto ascendente a sostituirsi a quella che circondava la sfera, e che si è sollevata verso il termometro in *a*.

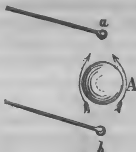


fig. 130

Egli è ad un movimento ascendente dell'aria calda che debbesi attribuire il calore soffocante che sentesi nei palchi degli ordini più elevati dei nostri teatri durante le rappresentazioni, e nelle tribune delle chiese in tempo di adunanza numerosa di popolo. Il volgo dice con molta verità che *il calore ascende;* ma veicolo del calore è l'aria riscaldata. Da questo fatto spieghiamo come avvenga che la fiamma d'una candela, d'una lucerna prenda sempre una direzione verticale, e come ascendono la fiamma, il fumo ed i prodotti gasosi della combustione su per la canna del camino in cui si fa fuoco.

Allorquando si fa fuoco in un camino, la rarefazione dell'aria intorno al legno od al carbone acceso fa sì che questa ascenda per la

canna e vada a disperdersi col fumo nell'atmosfera al di sopra della casa. Questo movimento esige che nell'area della camera possa in un tempo determinato entrare tant'aria quanta ne ascende per la canna del camino insieme col fumo, il che si fa per lo più nelle nostre abitazioni per mezzo delle fessure che trovansi alle imposte delle finestre ed alle porte mal chiuse: l'entrare dell'aria si manifesta avvicinando alle accennate fessure la mano, o meglio ancora la fiamma d'una candela, la quale viene respinta verso l'interno della camera; e talvolta si svela per un certo sibilo, che l'aria produce vibrando tra gli orli delle imposte. Se una camera fosse chiusa affatto, e priva di spiragli, non sarebbe possibile tenervi acceso un focolare, o per dir meglio il fumo di questo non ascenderebbe per la canna del camino. Quindi è che spesso nella stagione invernale, mentre cerchiamo di chiudere e suggellare con ogni accuratezza le aperture delle nostre abitazioni, perchè l'aria esterna non vi penetri e non le raffreddi, cadiamo nell'inconveniente di vedere il tirante dei fornelli quasi affatto distrutto, e le nostre camere riempirsi di fumo. Affinchè pertanto ciò non succeda, e si soddisfaccia alle due condizioni di fornire alimento alla corrente d'aria ascendente nel camino, e di non raffreddare l'aria della camera, giova ricorrere ad un semplicissimo spediente, che ora è quasi generalmente messo in uso, quello cioè di far sì che l'aria esterna penetri nella camera dopo essersi scaldata nel focolare. Tale è l'artificio che tanto rende convenienti le stufe Russe, e simili congegni che oramai hanno in ogni casa preso il posto degli antichi fornelli, e dei quali si presenterà occasione di dire allorchè terremo discorso del miglior modo di adoperare i combustibili.

Un fuoco in un camino si deve adunque considerare siccome un mezzo efficacissimo di rinnovamento d'aria: esso torna molto opportuno in quei luoghi nei quali da corpi infermi sviluppansi emanazioni nocive, le quali, se l'aria non venisse rinnovata, in breve tempo si accumulerebbero, ed eserciterebbero la loro nociva influenza sugli infermi stessi, e su quelli che loro prestano assistenza.

Nei teatri e nelle sale nelle quali radunansi numerose assemblee, a rinnovar l'aria usansi aperture praticate nel velario o nella volta; da quelle esce l'aria riscaldata e guasta, mentre da altre aperture collocate in sul basso dell'edifizio nuova aria e pura vi si introduce, e se fa d'uopo anche convenientemente riscaldata col mezzo d'un calorifero.

Nelle miniere spesso l'aria è di per sè poco salubre pei gas nocivi i quali emanano dalle viscere della terra; è adunque necessario che si rinnovi l'aria nelle gallerie di esse nelle quali gli uomini e gli animali lavorano all'estrazione del minerale. Ecco in qual modo si giunge a questo scopo.

A (*fig.* 131) è un pozzo per cui si discende nella galleria B con cui

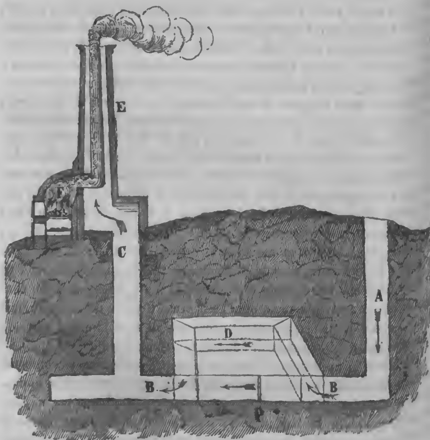


fig. 131

comunicano altre gallerie laterali come per esempio D. C è un altro pozzo che superiormente continuasi con un camino E; nella parte inferiore di questo, ed a fior di terra si stabilisce un focolare F, la cui canna trovasi collocata o tutta od in parte nell'area stessa del camino E, senza però che tra questo e l'area in cui si fa fuoco siavi comunica-

zione. Se accendesi il fuoco nel focolare F, le pareti di esso e quelle della canna sovrapposte si troveranno riscaldate; l'aria contenuta nel camino E si scalderà in contatto delle accennate pareti, e si porterà in alto determinando l'ascesa dell'aria nel pozzo C, il movimento orizzontale di quella che è contenuta nella galleria B, e la discesa di quella che è nel pozzo A, la quale ancor pura si presterà alla respirazione di chi lavora nella galleria. La figura indica chiaramente come si effettui questa circolazione d'aria; essa dimostra puranche come chiudendo colla porta P la galleria orizzontale B, la corrente d'aria rimanga in questa intercettata, e si determini tutta per la galleria laterale D.

In modo analogo si potrebbe procedere per rinnovare l'aria in una cantina in cui fosse pericoloso l'ingresso per accumulamento di acido carbonico; a tal fine gioverebbe accendere alla finestra della cantina un fuoco gagliardo entro un focolare di ferro od altra materia, costrutto in modo che l'aria necessaria alla combustione non possa aver accesso al disotto della graticola che sostiene il combustibile, che per mezzo d'un lungo tubo il quale penetri per la finestra fino al livello del pavimento della cantina. Il calore del focolare determinerà entro il tubo una corrente ascendente d'aria, la quale verrà alimentata dall'aria viziata della cantina, a cui altra si sostituirà penetrando in essa o per la finestra medesima o per altre aperture.

Nei laboratorii chimici od industriali accade spesso che si eseguiscano operazioni le quali si accompagnino da sviluppamento di gas o vapori nocivi alla salute degli operai. Queste operazioni debbono sempre praticarsi sotto la cupola d'un fornello in cui si determini un tirante d'aria che per la canna di esso trascini le accennate sostanze gasose.

La *figura* 132 rappresenta in abbozzo la disposizione di un fornello costrutto per questo scopo.

A, è un laboratorio chimico.

B, è un forno con caldaia in cui si eseguisce un'operazione chimica onde si generano vapori perniciosi.

La caldaia è collocata sopra un focolare munito di graticola: *a* è una porticina pel cui mezzo si rinnova il combustibile: *b* è una seconda porticina comunicante col ceneraio, e munita di registro, af-

fine di moderare a talento il tirante attraverso alla graticola. *t t' t''* è il camino pei prodotti della combustione; esso è fino in *t'* scolpito nel massiccio del muro a cui si appoggia il forno, quindi si continua nella capacità del camino M col mezzo di un tubo di ferro o di terra cotta.

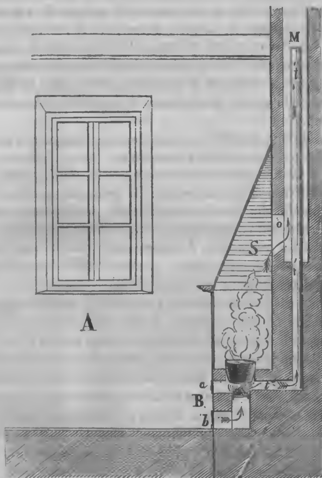


fig. 132

Il camino M si innalza fino ai tetti come i camini ordinarii, ed all'uopo si protende ancora col mezzo di tubi addizionali. S è la cupola che cuopre il forno; *o* è un'apertura la quale stabilisce una comunicazione tra il camino M, e lo spazio coperto dalla cupola; quest'apertura può essere munita di registro. La figura indica assai chiaramente che scaldandosi pel passaggio dei prodotti della combustione le pareti

del tubo $t\,t'\,t''$, l'aria contenuta nel camino M ne vien riscaldata e rarefatta, e sollevandosi trascina seco per l'apertura *o* l'aria che trovasi sotto la cupola S, e con essa i vapori perniciosi che emanano dalla operazione chimica che si eseguisce nella caldaia collocata sul focolare, talchè gli operai che lavorano ad essa non ne vengono a provare danno veruno.

Ognun vede come la conoscenza delle mutazioni fisiche che l'aria prova sotto l'azione del calore torni di grande utilità nella vita domestica e nelle arti, e come molte ed importanti ne sieno le applicazioni, delle quali chi volesse maggior copia, e chiarissima esposizione potrà consultare le opere di d'Arcet e di Peclet (1).

§. 171. — Non possiamo lasciare quest' argomento senza dire, benchè poche parole, dei globi aerostatici.

Ai fratelli Mongolfier appartiene il vanto d'aver pei primi eseguito ciò che altri prima d'essi avea vanamente immaginato, di lanciare negli spazii dell'aria globi ripieni d'aria dilatata, i quali in essa non solo si sostenessero, ma trasportassero altresì corpi pesanti (2).

I primi globi aerostatici si fecero di tela leggera, di forma piuttosto ovoidea o cilindrica; smozzati all' uno degli estremi del loro maggiore diametro; quivi sopra una graticola di filo metallico accendevasi un fuoco con paglia, o lana o stoppa imbevuta di spirito di vino, mentre il pallone tenevasi sospeso nell'aria con una funicella fissa all'estremo opposto del diametro suddetto. L'aria del pallone dilatavasi grandemente, e lo rigonfiava; ad un certo segno di dilatazione esso innalzavasi spontaneamente nell'atmosfera. Alla tela semplice si sostituì una carta sottile e coperta di uno strato di vernice che la rendesse impermeabile, od una tela sottile di seta coperta pure di vernice. La forza con cui un pallone di un diametro un po' considerevole si innalza, persuase ben tosto che col suo mezzo si sarebbero innalzati pesi anche assai considerevoli, nè molto andò che Pilatre de Roziers, e Arlandes fecero una salita adagiati in una cesta, che col mezzo di funi si affidava ad una machina di tanta fragilità. Per moderare l'ascensione del pallone e farlo

(1) D'Arcet, *Collection de Mémoires sur l'assainissement des ateliers etc.* Paris, 1843. — Peclet, *Traité de la chaleur considérée dans ses applications.* Paris, 1843.

(2) Fu il caso che fece scoprire l'arte d'innalzare i palloni volanti. La moglie di Mongolfier avendo posto sotto una sua gonnella un braciere pieno di carboni accesi affine di asciugarla, la vide spontaneamente innalzarsi sino al vôlto della camera.

ascendere o discendere a volontà bastava il dare maggiore o minore intensità al fuoco per cul l'aria si tenea dilatata.

Ognun vede come l'impresa di Pilatre de Roziers ed Arlandes sia stata temeraria. Siffatti globi invero aveano pareti poco resistenti, e quel che più monta, sommamente combustibili, talchè o il troppo calore od una scintilla avrebbero potuto prontamente incendiarli. Egli è chiaro che siffatti globi, i quali tuttora frequentemente si lanciano nell'aria in segno di gioia nelle feste popolari, si innalzano per la differenza di peso tra il volume d'aria rarefatta dal calore ed un ugual volume d'aria non rarefatta; e che essi debbono elevarsi fino al punto in cui il peso d'aria rarefatta pel calore, più il peso dell' involucro, sieno eguali al peso d'un volume eguale dell'aria che li circonda.

Ad ovviare ai pericoli che derivano dall'impiego del fuoco per gonfiare i palloni aerostatici Charles ebbe ricorso all'uso del gas idrogeno. Infatti mentre 1 litro d'aria pesa 1,293, un litro d'idrogeno pesa soltanto 0,089, ossia è 14,5 volte più leggero dell'aria. Un pallone a pareti di tela verniciata riempito di gas idrogeno potrà innalzarsi fino al punto in cui incontri uno strato d'aria tanto leggera, che a volume eguale a quello occupato dal pallone, pesi tanto quanto il pallone stesso ed il gas idrogeno che lo riempie.

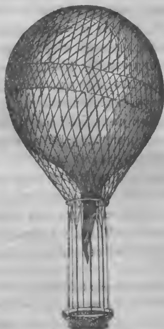


fig. 133

I globi aerostatici i quali adopransi per le salite atmosferiche si costruiscono al presente con una stoffa di seta sottile ma resistente, che si spalma internamente ed esternamente con una vernice di gomma elastica (*fig.* 133). Un tubo della stessa tela serve ad introdurvi il gas idrogeno: questo si produce col mezzo d' un miscuglio di zinco o ferro, ed acido solforico allungato. Alla parte superiore del pallone vi ha un' apertura munita di animella, la quale può a volontà aprirsi dall'aeronauta, col mezzo d'una funicella che giù discende passando

per entro al pallone fino alla navicella. Questa è sospesa ad un complesso di funicelle resistenti, le quali si intrecciano a modo di rete sopra la metà superiore del pallone, e servono a sostenerne le pareti ed a regolarmente distribuire sulla sua superficie il peso dell'aeronauta e della navicella.

La rapidità maggiore o minore dell'ascesa del pallone e l'altezza a cui esso si porta, dipendono dalla sua capacità e dal peso delle sue pareti e della navicella. L'aeronauta giunto ad una voluta altezza può a volontà discendere aprendo l'animella del pallone, e facendone uscire un po' di gas idrogeno. Se vuol risalire, alleggerisce la navicella col gettar giù dei sacchetti di sabbia che ebbe la precauzione di prendere con sè nel momento della partenza.

Al gas idrogeno puro si sostituisce talvolta il gas che si ottiene dal carbone fossile e serve all'illuminazione: questo gas è però molto meno leggero dell'idrogeno puro, ed è perciò meno atto di quello a salite molto elevate, e richiede o maggior volume del globo, o minor peso da sollevare.

§. **172. Soluzione dei corpi gasosi.**—Che i corpi gasosi sieno solubili, l'abbiam già detto nelle nozioni preliminari parlando della soluzione §. 16. Possono infatti i corpi gasosi posti a contatto dei corpi liquidi venirne assorbiti, ed incorporarsi con essi uniformemente, perdendo dei loro caratteri quello soltanto della gaseità, e conservando gli altri di sapore, d'odore, di colore, di reazioni chimiche.

Una campanella piena di gas ammoniacale, capovolta sull'acqua, immediatamente si riempie di questo liquido, il quale lo prende in se stesso, e ne acquista l'odore pungente, il sapore alcalino, la proprietà d'arrossare la tintura di curcuma ecc. Le acque minerali carboniche, sono essenzialmente soluzioni di acido carbonico nell'acqua.

L'apparecchio il più semplice di cui ci serviamo quando vogliamo fare in guisa che un corpo gasoso si sciolga in un liquido, consiste in un pallone o boccia di qualunque forma essa sia da cui si svolge il gas, ed a cui sta unito un tubo ricurvo che perpendicolarmente si immerge entro il liquido, col cui mezzo intendiamo di ottenere la soluzione. Il corpo gasoso è costretto con questo artifizio a gorgogliare attraverso al liquido, ed in questo suo passaggio vi si scioglie.

Egli è evidente però che quando il corpo gasoso non sia sommamente solubile nel liquido adoperato, e quando inoltre il suo sprigio-

namento si faccia alquanto rapido, buona parte di esso passerà oltre senza sciogliersi, ed anderà perduto spandendosi nell'atmosfera. Egli è per questa ragione che nel maggior numero dei casi ci serviamo di una serie di due, o tre, o quattro bottiglie e talvolta di maggior numero, le quali riempiute di conveniente quantità del liquido sciogliente, si uniscono tra loro per via di tubi comunicanti pei quali il gas che non si sciolse nella prima si conduce nella seconda, e quello che non si sciolse in questa viene a portarsi nella terza, e così di seguito. A questo complesso di bottiglie così connesse e serviente allo scopo accennato, si dà il nome di apparecchio di Wolf (*fig.* 134).

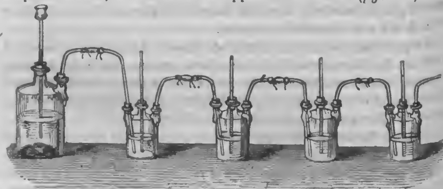


fig. 134

Nella disposizione di questi apparecchi egli è d'uopo usare alcune precauzioni ed alcuni ripieghi pei quali si evitino inconvenienti, dei quali giova far cenno ora che abbiamo sufficienti nozioni per comprenderne la ragione.

Abbiasi un pallone A, da cui col mezzo di una reazione qualunque si sprigioni un corpo gasoso (*fig.* 135); B sia un cilindro, il quale contenga acqua ed in cui si immerga il tubo abduttore *abc*. Egli è chiaro che affinchè il corpo gasoso gorgogli attraverso al liquido egli deve vincere un ostacolo che si oppone alla sua libera uscita dall'orifizio *c*, cioè il peso dell'aria che sovrasta al liquido, più il peso d'una colonna del medesimo liquido che ha per base la sezione del tubo, e per altezza tutta

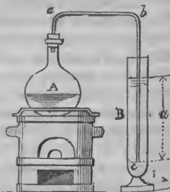


fig. 135

l'altezza del liquido sovrastante all'orifizio *c*, la quale sarà eguale alla linea punteggiata *a'* che è segnata accanto al cilindro.

Ogni qual volta la reazione che ha luogo nel pallone A è attiva assai, la forza con cui si genera il corpo gasoso è più che sufficiente per vincere l'ostacolo che si oppone alla sua uscita; il gas allora passa attraverso al liquido gorgogliando, e l'operazione procede con somma regolarità.

Quando però il corpo gasoso sia molto solubile nel liquido adoperato, e la reazione che lo produce proceda piuttosto lenta che no, egli accade spesso che il liquido non venga spostato dal gas, ma sciogliendolo tosto che viene con esso a contatto, ascenda per entro il tubo *abc* e si slanci entro il pallone, nella quale circostanza l'operazione va per lo più interamente perduta. L'ascesa del liquido nel tubo *abc* è evidentemente prodotta dalla condensazione del gas nel liquido, e dalla cessazione di quella sua forza per cui esso vinceva e la pressione del liquido, e la pressione che l'atmosfera esercita sulla superficie di questo: la qual pressione atmosferica spinge in tali circostanze il liquido a salire pel tubo entro il pallone. La stessa cosa avviene ogni qual volta lo sprigionamento del gas si procura col mezzo del calore, e per inavvertenza viene a rallentarsi il fuoco. Il gas che era contenuto nel pallone e tutto lo occupava mentre era dilatato per virtù del calore, si restringe a minor volume, cessa perciò di resistere alla forza con cui l'atmosfera preme sul liquido, sicchè questo liberamente vi penetra.

In simili circostanze, quando l'operatore scorge cessato il gorgogliare del gas, e salire il liquido pel tubo *abc*, non ha altro mezzo d'evitare il riassorbimento che quello di riscaldare il pallone per rianimare lo sprigionamento del gas, o di svellere il turacciolo dall'orifizio a cui è unito, sicchè per questo liberamente l'aria si precipiti nel pallone. Il liquido allora discende tosto nel tubo *abc*, componendosi in esso a livello col liquido contenuto nel cilindro.

Ad evitare questo accidente che turba l'andamento delle operazioni e costringe talvolta il chimico a ripeterle con perdita dei materiali adoperati, e sopratutto del tempo impiegatovi, usasi munire il pallone di un tubo *efg* foggiato nel modo indicato dalla *fig.* 136, ed a cui si dà il nome di *tubo di sicurezza.* Questo tubo aperto ai due estremi, e curvato a modo di S, si interna attraverso il turacciolo, che porta altresì il tubo abduttore *abc*, entro

la capacità del pallone. Per l'altro suo estremo esso è libero e si termina in un piccolo imbuto *g*; esso ha in *u* un rigonfiamento o boccetta di cui sarà facile comprendere l'uso.

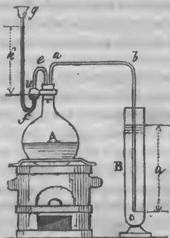


fig. 136

Suppongasi che nel pallone A si sia introdotto carbonato di calce in polvere; collocato in sito il turacciolo munito dei due tubi, si faccia immergere il tubo *abc* nell' acqua contenuta nel cilindro B, sicchè al suo orifizio *c* sovrasti la colonna liquida *a'*: libero essendo ancora il tubo *efg* l'acqua entrerà nel tubo *abc*, e si porrà in esso al livello coll' acqua del cilindro. Si versi allora pell'imbuto *g* un liquido destinato a reagire sul carbonato di calce del pallone, per esempio acido solforico allungato con acqua, sicchè alquanto di esso ne penetri nel pallone. Si incomincierà tosto lo sprigionamento dell' acido carbonico, e si osserverà contemporaneamente deprimersi l'acqua nel tubo *abc*, e sollevarsi il liquido del tubo *efg* finchè l'acido carbonico si faccia libera strada attraverso all' acqua, al qual punto il liquido sollevatosi nel tubo *efg* rimarrà stazionario, finchè dura lo sprigionamento del gas. La *fig.* 136 rappresenta appunto il tubo di sicurezza nello stato in cui si deve trovare durante lo sprigionamento del gas: l'acido carbonico affine di uscire pel tubo *abc*, debbe vincere la pressione atmosferica ed insieme il peso della colonna d'acqua *a'*: esso preme contemporaneamente e con eguale energia sul liquido contenuto nella boccia *u* del tubo di sicurezza, vince la pressione atmosferica che si esercita sul liquido che esso contiene, ed il peso altresì di questo spingendolo ad innalzarsi pel lungo braccio del tubo medesimo, e giungerà un punto in cui per far salire maggiormente il liquido acido nel tubo di sicurezza, sarà necessario uno sforzo maggiore di quello che si richiede per deprimere il liquido nel tubo *abc* fino al suo orifizio *c*; a questo punto il gas uscirà dal tubo *abc* e cesserà ogni ulteriore sollevamento del liquido nel tubo *efg*.

Egli si comprende che se il liquido in cui il gas deve gorgogliare,

ha la medesima densità del liquido che si versò nel tubo di sicurezza, l'altezza della colonna che si solleva nel tubo medesimo, misurata partendo dal livello di esso liquido entro la boccetta, dovrà essere eguale all'altezza del liquido che nel cilindro sovrasta all'orifizio del tubo *abc*; e che se le densità fossero diverse, le due altezze non saranno più le medesime, e maggiore sarà quella del liquido meno denso. Così se nel tubo di sicurezza si ponesse del mercurio e fosse acqua il liquido in cui deve gorgogliare il corpo gasoso, basterà che l'altezza della colonna di mercurio sopra il livello a cui esso giunge nella boccetta sia 1/14 circa dell'altezza dell'acqua sopra l'orifizio del tubo *abc*, poichè la densità del mercurio è 14 volte circa la densità dell'acqua.

Comprendiamo da ciò il perchè nella *fig.* 136, si scorga la linea *h* che sta a fianco del tubo di sicurezza, e segna l'altezza del liquido sopra il suo livello nella boccia *u*, sia meno lunga della linea *a*, che segna l'altezza dell'acqua entro il cilindro B sopra l'orifizio *c* del tubo *abc*, poichè l'acido solforico tuttochè allungato con acqua ha maggior densità dell'acqua pura.

Si supponga ora che nel pallone medesimo della *fig.* 136, cessata l'azione della prima porzione d'acido introdotto si voglia aggiungere nuovo acido; sarà facile l'ottenere l'intento col versarne entro l'imbuto *g* del tubo *efg*, fintantochè dopo aver riempiuta la boccetta *u*, si innalzi fino alla curvatura *e*, e la superi; esso cadrà allora per l'orifizio del tubo entro il pallone, e venendo a contatto del carbonato di calce ne sprigionerà immediatamente acido carbonico: a quel punto ristorata la pressione del gas dall'interno all'esterno, il liquido del tubo *efg* prenderà nuovamente la posizione indicata dalla figura, ed il gas nuovamente si farà strada per l'orifizio *c* del tubo *abc*.

Il potersi pertanto rinnovare la materia reagente nei vasi nei quali si eseguisce un'operazione chimica, senza che sia per ciò necessario scomporre l'apparecchio, è uno tra i vantaggi dei tubi detti di sicurezza.

Supponiamo ora che o per estrema solubilità del gas che si svolge nel pallone A, o perchè rapidamente si abbassi la temperatura del pallone, venga a diminuirsi considerevolmente la pressione che il gas esercita sulle pareti dal recipiente, sicchè essa più non valga a resistere alla pressione atmosferica; in tal caso l'aria premente dall'esterno all'interno, spingerà il liquido del cilindro B a salire nel tubo

abc e farà che in essa si innalzi: ma la medesima pressione si eserciterà pure sul liquido contenuto nel tubo *efg*, e quando la pressione interna equilibri l'esterna, si osserverà che mentre l'acqua è ascesa entro il tubo *abc* a livello dell'acqua del cilindro, il liquido è disceso nel tubo di sicurezza a comporsi a livello col liquido della boccetta *u*: che se la pressione interna viene ancora a scemarsi, l'acqua proseguirà ad innalzarsi nel tubo *abc* verso *b* e minaccierà d'introdursi nel pallone, ma in pari tempo si vedrà deprimersi ancora il liquido del braccio lungo del tubo *efg* finchè giunga alla curvatura *f*: a questo punto si comprende che l'aria attraverserà la colonna liquida assai breve che occupa lo spazio compreso tra la curvatura e la boccetta, e penetrerà liberamente entro il pallone, e che per questa ragione cesserà ogni ulteriore innalzarsi dell'acqua nel tubo *abc*. Egli è in questo fatto che si svela l'utilità del tubo di sicurezza, poichè col suo mezzo siamo certi che l'acqua non può per niun modo risalire dal cilindro entro il pallone. Egli si comprende che la boccetta *u* deve avere una tale capacità, che possa contenere abbondevolmente tanto liquido da riempire a sufficiente altezza il tubo *efg* mentre dura attivo lo sprigionamento del gas, e che essa deve inoltre poter ricevere tutto quel liquido, quando, cessata la pressione interna, l'aria debbe liberamente farsi strada attraverso al liquido che essa contiene.

Il riassorbimento dei liquidi nei quali si conducono corpi gasosi a sciogliersi, o lavarsi, è facile a prodursi ogni qual volta il gas si sprigiona da una storta o da altro vaso, in cui si faccia una decomposizione per via secca, sopratutto se a temperatura elevata, perciocchè per poco che venga a scemarsi la forza del calore, la pressione esercitata dal gas sprigionantesi facilmente si riduce ad essere assai minore delle pressioni che esso deve vincere per farsi strada attraverso al liquido; nel qual caso questo si trova repentinamente spinto entro il tubo abduttore, e si slancia talvolta in un attimo entro il vaso in cui il gas si sprigiona, la qual cosa è per lo più accompagnata da rottura delle pareti del vaso medesimo, pel rapido raffreddamento a cui esse soggiacciono, e talvolta da scoppio, prodotto dall'istantaneo convertirsi in vapori del liquido in contatto di pareti assai riscaldate. Ad evitare questo sconcio, ed i danni che ne possono provenire, giovano i tubi di sicurezza, foggiati a guisa di quello che unito ad una storta è rappresentato nella *fig.* 137, i quali dal nome dell'inventore si chiamano tubi di Velter. Si scorge dall'ispezione della figura che

sì fatti tubi sono un complesso di un tubo abduttore ordinario *bc*, e di un tubo di sicurezza *efg*; si scorge puranche in qual modo si compongano i liquidi durante lo sprigionamento del gas. Egli si comprende, che quando venga a cessare la pressione del gas, l'aria esterna facilmente si farà strada pel tubo *efg* penetrando nella storta, e che da questo fatto si impedirà che il liquido contenuto nel cilindro B venga riassorbito.

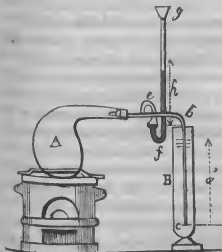


fig. 137

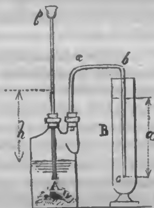


fig. 138

Una disposizione di tubi spesso usata negli apparecchi destinati a sciogliere corpi gasosi, è quella che è rappresentata nella *fig.* 138.

Il tubo *g* deve penetrare fino a qualche linea sotto il livello del liquido che è contenuto nella bottiglia A, e da cui si sprigiona il gas, che pel tubo abduttore deve essere condotto attraverso il liquido del cilindro B. Durante la reazione generatrice del gas, il liquido della bottiglia sale nel tubo *g*, fino ad altezza tale che il peso della colonna *h* che esso vi forma, faccia equilibrio alla resistenza che si oppone all'uscita del gas dal tubo *abc*, dalla colonna *a* del liquido che sta nel cilindro B. Quando la pressione venisse a diminuirsi il tubo *g* servirebbe a prevenire l'assorbimento che si opererebbe pel tubo *abc*, dando facile entrata all'aria, la quale per penetrare nella bottiglia non

dovrebbe vincere che la debole pressione di quello strato liquido che è compreso tra l'orifizio inferiore di esso tubo, ed il pelo del liquido in cui questo si immerge.

Le cose dette ci sembrano sufficienti perchè si possa comprendere la ragione delle diverse disposizioni che si danno agli apparecchi di Wolf più o meno complicati, e perciò crediamo inopportuno di discorrere più a lungo di questo argomento.

La solubilità dei corpi gasosi nei liquidi è soggetta ad essere maggiore o minore, secondo le varie condizioni di temperatura e di pressione a cui soggiaciono.

§. 173. **Influenza della temperatura sulla solubilità dei gas.** — Prendasi acqua che tenga acido carbonico in soluzione, e la cui temperatura sia di 10 gradi per mo' d'esempio, ed introdotta entro un matraccio di vetro vi si scaldi: una considerevole copia di bollicine gasose si vedrà sprigionarsi dal suo seno, e specialmente dalla superficie interna del matraccio, le quali si faranno più numerose e più grosse a misura che s'eleva la temperatura del liquido, e verranno a rompersi alla sua superficie spandendosi nell'atmosfera. Quando l'acqua abbia raggiunto il punto della sua bollizione, e questa siasi continuata per qualche istante, essa non darà più segno di contenere neppur traccia d'acido carbonico tuttochè esplorata coi più delicati reagenti di questo gas.

Le bottiglie nelle quali si conservano le acque carboniche, i vini molto spumeggianti debbono conservarsi in luoghi freschi, specialmente nell'estiva stagione: se si trascura questa precauzione, le bottiglie vanno soggette a rompersi per la pressione che il gas acido carbonico esercita sulle loro pareti, sprigionandosi per virtù dell'estiva temperatura.

Dobbiamo però osservare che per alcuni gas, il cloro per cagion di esempio, la solubilità va bensì crescendo mentre s'abbassa la temperatura dell'acqua, ma solo entro alcuni limiti, talchè quando si giunge ad una temperatura di $+3^\circ$ o $+4^\circ$, il cloro si dimostra meno solubile che alla temperatura di $+8^\circ$. Ed aggiungeremo inoltre che quando l'acqua che tiene in soluzione un corpo gasoso, come aria od acido carbonico, venga raffreddata al punto del suo congelamento, nell'atto in cui si solidifica perde interamente quel tanto di materia gasosa che vi stava sciolta.

§. 174. **Influenza della pressione sulla solubilità dei gas.** — Quando si pone acqua in contatto d'un corpo gasoso solubile in essa, questa ne scioglie una quantità determinata, quanto cioè il comporta non solo la temperatura a cui essa si trova, ma eziandio la pressione a cui soggiace. Si faccia passare acido carbonico attraverso ad acqua contenuta in una bottiglia aperta, dopo un certo tempo l'acqua avrà sciolta una proporzione d' acido carbonico, la quale non potrà farsi maggiore per quanto duri il gorgogliare del gas; l'esperienza ha dimostrato che essa ne scioglie in queste circostanze ed alla temperatura ordinaria, un volume eguale al suo.

L'acqua e l'acido carbonico si trovano in questo caso sotto la pressione dell'atmosfera, ma se la pressione si facesse minore o maggiore, la quantità d'acido carbonico che si scioglierebbe risulterebbe essa pure minore o maggiore.

Prendasi infatti quell'acqua che nell'esperimento accennato in precedenza ha sciolto acido carbonico, e si ponga sotto la campana di una macchina pneumatica, sicchè venga sottratta alla gravitazione dell' aria, l'acido carbonico se ne svolgerà sotto forma di gallozzole gasose, e se ne potrà togliere per intero.

Se per l'incontro noi facciamo sì che l'acqua venga a trovarsi in contatto con l'acido carbonico sotto una pressione doppia, o tripla, o quadrupla ecc. di quella dell'atmosfera, noi potremo ottenere questo risultamento che essa sciolga una quantità d'acido carbonico doppia, o tripla, o quadrupla ecc. di quella che vi si sciolse nell'esperimento precedente. E come si possa giungere a questo scopo è cosa che facilmente si comprende quando si ricordino le cose dette al §. 165. Basterà infatti che l'acqua sia contenuta in un recipiente chiuso, in cui si possa col mezzo d'una macchina comprimente schizzare acido carbonico, finchè la pressione che esso esercita sulle pareti del recipiente sia eguale a 2 : 3 : 4 atmosfere.

L'apparecchio il più semplice di cui ci possiamo servire per ottenere questo intento è rappresentato dalla *fig.* 139.

A, è un vaso cilindrico di lastra metallica molto forte, fissato solidamente su d'una tavoletta di legno o di metallo che col mezzo di viti si può connettere ad un sostegno qualunque assai saldo. B, è una macchina a compressione: lo stantufo che entro essa si muove, non ha animella, e si adatta al cilindro colla massima esattezza; essa è unita a vite col cilindro A, ed in esso si protende fino a poca distanza

dal fondo col mezzo del tubo metallico *m*, che si termina in una capocchia traforata. Alla parte inferiore della macchina B è un piccol collo *i*, a cui si unisce a vite una vescica C, di cui si conosce approssimativamente la capacità, ripiena d' acido carbonico, e chiusa col mezzo della chiavetta *t*; il collo *i* è munito internamente di animella,

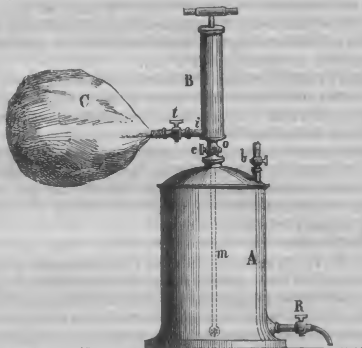


fig. 138

la quale si apre quando si alza lo stantufo, e per l'incontro si chiude quando questo si preme verso il cilindro A. La macchina a compressione è munita in *o* di un'animella che si chiude dal basso in alto, e si apre quando lo stantufo si spinge verso A: *b* ed R sono due chiavette, destinate la prima a dar adito all'aria quando si introduce acqua nel recipiente A, la seconda ad estrarre l' acqua quando è già satura d'acido carbonico. Da questa descrizione si comprende come operi questo apparecchio: tolta la macchina a compressione B, si adatta al collo del cilindro A un imbuto e si versa in questo tant' ac-

qua che quasi tutta ne riempisca la capacità. A rendere più facile l'entrata dell'acqua apresi la chiavetta *b*, per cui l'aria liberamente si fa strada: chiusa la chiavetta *b* si unisce al cilindro A la macchina comprimente B, a cui si connette la vescica C, quindi si aprono ambedue le chiavette *e* e *t*. Ponsi allora in azione lo stantufo: ad ogni innalzamento di esso entra in B una porzione d'acido carbonico, la quale pel susseguente abbassarsi dello stantufo, è costretta a penetrare nel cilindro A, uscendo per le piccole aperture colle quali si termina il tubo *m*, e posta così in contatto dell'acqua, e costretta ad attraversarla, vi si scioglie. Vuotata una prima volta la vescica si potrà nuovamente riempire d'acido carbonico, e così si procederà ad una seconda e ad una terza operazione. Quando si conosca la quantità d'acido carbonico spinta nel cilindro A e la capacità di questo, si argomenterà facilmente sotto qual pressione siasi fatta la sua soluzione nell'acqua; ma più acconcio modo sarebbe connettere alla chiavetta *b*, la quale si terrebbe aperta, durante lo sperimento, un manometro costrutto come quello della *fig.* 126. §. 166., in cui la pressione è indicata dalla riduzione di volume d'una quantità d'aria determinata.

L'acqua si può per tal guisa caricare con 2,3,4,5 ecc. volte il suo volume d'acido carbonico, purchè la pressione si porti ad essere eguale a 2,3,4,5 ecc. atmosfere. Aprendo la chiave R si può estrarre quell'acqua così fatta ricca d'acido carbonico, ricevendola in bottiglie, le quali tosto che son piene si chiudono esattamente con un turacciolo, che vi si fissa solidamente con filo di spago perchè la spinta del gas non venga a discacciarnelo.

L'acqua saturata d'acido carbonico a 2,3,4 ecc. atmosfere, non appena trovasi sottratta alla pressione per cui l'acido vi si sciolse, presenta il fenomeno di una effervescenza, la quale in principio viva e tumultuosa si rallenta dopo breve tempo, e si continua finchè l'acqua non contenga più che quella quantità d'acido carbonico che essa può tener sciolta sotto la pressione atmosferica.

§. **175**. Ad ottenere la soluzione di un gas in un liquido, si ricorre talvolta ad un altro spediente quanto semplice altrettanto ingegnoso, quello cioè di far sì che il gas si generi per una reazione chimica in un apparecchio chiuso, nel quale si contenga il liquido che deve prenderlo in soluzione. In questo caso egli è lo stesso gas che per l'azione chimica dei corpi reagenti estricandosi in quantità superiore a quella che

potrebbe essere contenuta nell'apparecchio sotto l'ordinaria pressione atmosferica, preme sopra se stesso, e si sforza a sciogliersi entro il liquido.

Si ponga in una fiala di cristallo di pareti salde assai una quantità d'acqua che presso che tutta ne riempisca la capacità, vi si introduca inoltre tanto di carbonato di calce, che valga a fornire una quantità d'acido carbonico, che occupi naturalmente un volume quattro o cinque volte maggiore di quello dell'acqua, e quindi una quantità d'acido cloridrico che valga a decomporre tutto il carbonato di calce e discacciarne l'acido carbonico: si turi immediatamente la fiala con un ottimo turacciolo, e si rassodi con funicella; la reazione tra l'acido ed il carbonato di calce avrà luogo come se si operasse in vaso aperto: ma l'acido carbonico non potendo sprigionarsi, per la chiusura della fiala, si troverà compresso e ristretto a piccol volume, e sarà sforzato a sciogliersi nell'acqua, nella stessa guisa con cui si scioglierebbe se fosse costretto a penetrar l'acqua per l'azione di una macchina comprimente. Se dopo un certo tempo di reazione si rimuovono i vincoli che tengono fisso il turacciolo, questo vien lanciato fuori con violenza, ed il liquido saturo d'acido carbonico entra in viva effervescenza perdendo quel tanto d'acido che vi stava sciolto mercè la pressione gagliarda a cui soggiaceva.

§. 176. **Preparazione delle acque carboniche.** — Abbiam già detto chiamarsi acque minerali carboniche od acidule, quelle che naturalmente scaturiscono dal seno della terra ricche d'acido carbonico, e perciò dotate delle qualità che appartengono alle soluzioni acquose di questo gas. Esse hanno tutte la proprietà (in maggiore o minor grado però) di essere di sapore acidetto, e di fare effervescenza tosto che son giunte alla superficie del suolo: è da credersi che per reazioni non bene conosciute si saturino d'acido carbonico in regioni più o meno profonde della terra, sotto pressione maggiore di quella dell'atmosfera, sicchè giunte a non soggiacer più che a quest'ultima nell'atto dello scaturire, perdono quel tanto d'acido carbonico che vi teneva vincolata la maggiore pressione primitiva.

L'azione salutare che queste acque esercitano sul corpo umano quando si adoprino come bevanda, le fa ricercate e preziose: e poichè le loro sorgenti non sono comune retaggio di tutte le regioni, ed il trasportarle colà dove se ne ha mestieri ne accresce grandemente il costo, così l'arte venne in soccorso dell'uomo, coll'inventare procedi-

menti chimico-meccanici che producessero a buon mercato ed in qualunque regione acque carboniche artificiali emule delle naturali.

L'arte della fabbricazione delle acque carboniche si poggia sulla solubilità dell'acido carbonico nell'acqua e sull'influenza che sovra essa esercita la compressione. Comprimere adunque acido carbonico, artificialmente preparato, entro un recipiente in cui si contenga acqua, caricarne questa finchè ne contenga un volume quadruplo o quintuplo del suo, ed anche più, e raccogliere l'acqua così preparata entro bottiglie ben chiuse che la conservino ricca del gas carbonico, ecco in che consiste l'arte di cui dobbiamo dire alcune parole.

Gli apparecchi, i quali servono a tal'uopo, sono svariatissimi nella loro forma e nella loro disposizione. Non è nostro intendimento di quì dire di tutti, sibbene faremo cenno di due dei più importanti a conoscersi, di quello cioè, che chiamasi dall'inventore, apparecchio di Bramah, e di un altro più recente la cui invenzione è dovuta al sig. Savaresse.

La brevità che ci siamo imposti ci costringe in questa descrizione a non entrare in minuti particolari di costruzione di queste macchine; coloro che vorranno conoscerli potranno consultare le opere di tecnologia.

§. 177. — L'apparecchio di Bramah, il quale è una modificazione di quello che è conosciuto col nome di apparecchio di Ginevra, è rappresentato dalla *fig.* 140, pag. 290.

A, è l'apparecchio generatore dell' acido carbonico ; esso è un recipiente cilindrico di ferro internamente intonacato di piombo, sostenuto da un cavalletto *z*.

c, è un'apertura per cui penetra a giusto fregamento l'asta *a* d'un agitatore a pallette orizzontali, il quale si può muovere in giro col mezzo della manovella C.

d, è un'apertura assai grande per cui s' introduce il carbonato di calce, e che si chiude esattamente col mezzo d'un turacciolo a vite.

e, è un'altra apertura, collocata a livello del fondo del medesimo recipiente, destinata all'estrazione del solfato di calce prodotto dalla reazione dell'acido solforico sul carbonato di calce.

B, è una bottiglia di vetro o di piombo contenente l'acido solforico. *b*, è un tubo di piombo munito di chiavetta, il quale partendo dalla parte inferiore della predetta bottiglia B, si apre nel recipiente A. *b'*, è

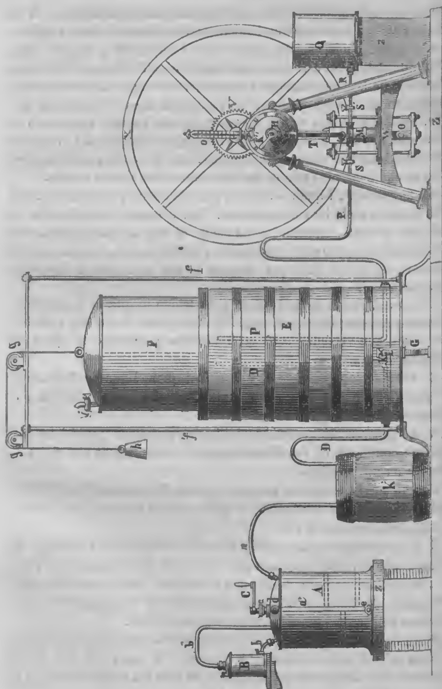


fig. 14

un altro tubo di piombo, il quale si apre pure nel recipiente A, e si connette col collo della bottiglia B, mettendo così in comunicazione le capacità di questi due vasi.

m, è esso pure un tubo di piombo, il quale partendo dalla parte superiore di A penetra nella botte K'.

K', è l'apparecchio in cui si lava il gas: esso è una piccola botte di legno internamente intonacata di rame stagnato, collocata verticalmente, piena d'acqua circa ai due terzi della sua altezza, munita a poca distanza dal suo fondo inferiore di un diaframma orizzontale traforato da numerosi e piccoli fori. Il suo fondo superiore è attraversato da due tubi, uno *m*, il quale parte dal vaso generatore A e si prolunga sino al suo fondo inferiore, penetrando sotto il diaframma poco stante accennato; l' altro D, il quale partendo dal fondo suo superiore, porta il gas entro il gasometro.

F, gasometro o serbatoio del gas. Esso è una campana di zinco o di rame stagnato.

E, è una tinozza di legno cerchiata di ferro, e sostenuta da robusti piedi di ferro G.

ff, sono due aste di ferro assai forti, unite in alto col mezzo d'una spranga orizzontale.

gg, sono due puleggie sulle quali scorre una fune, la quale da una parte si lega ad un anello di cui è munito il fondo del gasometro, dall'altra sostiene una massa *h* di ferro o di piombo che fa l'ufficio di contrappeso, e la quale deve essere più leggera del gasometro F, non però di molto, affinchè questo si possa innalzare facilmente quando il gas venga a spingerlo dal basso in alto.

i, chiavetta, la quale aprendosi fa comunicare la capacità del gasometro coll'aria esterna.

La tinozza E deve essere quasi ripiena d'acqua.

K, è un'apertura munita di chiave, col mezzo della quale si può vuotare la tinozza quando vi si voglia rinnovar l'acqua.

DD, è un tubo di rame, il quale partendo dalla botte K', penetra entro il tino E a poca distanza dal suo fondo, cammina fin quasi al centro di esso, e quindi s'innalza ad angolo retto, aprendosi entro il gasometro al disopra del livello a cui ascende l'acqua che vi è contenuta.

P P, è un altro tubo di rame, il quale, aprendosi nel gasometro alla stessa altezza del precedente, discende fino al fondo del tino E, e

quindi dirigendosi orizzontalmente viene ad uscire per un'apertura opposta a quella per cui entra nel tino il tubo D D.

H, è l'apparecchio condensatore in cui si fa la soluzione dell'acido carbonico nell'acqua. Esso è un robusto recipiente di rame stagnato, o di ferraccio stagnato esso pure, sostenuto da quattro colonne di ferraccio unite insieme da robuste traverse di ferro *w*. Egli è in questo recipiente che si spinge l'acido carbonico preparato e lavato negli apparecchi precedenti.

M, è una tromba aspirante e premente in cui sale e scende lo stantufo cilindrico O, il quale prende movimento dal moto rotatorio della ruota a volante X, al cui asse è unito un eccentrico, a cui si connettono due aste parallele, le quali sono unite col mezzo d'una traversa all'estremo inferiore dello stantufo.

Entro il recipiente H v'ha un agitatore simile a quello che fu descritto nel recipiente A, il quale riceve il moto rotatorio dalla gran ruota X, mercè una piccola ruota dentata, che si ingrana colla ruota dentata V concentrica ad X, e connessa al suo asse.

T, è un tubo di rame, il quale fa comunicare il corpo di tromba M coll'interno del recipiente H.

K'', è una chiave per cui si dà uscita all'acqua già carica d'acido carbonico quando si mette nelle bottiglie.

Q, è un vaso metallico collocato su d'un sostegno Z in cui sta contenuta l'acqua che si deve saturare d'acido carbonico: dalla sua parte inferiore parte un tubo R, che va ad aprirsi alla parte superiore del corpo di tromba M.

S ed S' sono due chiavi le quali servono a chiudere ed aprire in tutto od in parte i tubi P ed R. Alla parte superiore della tromba M vi ha una scatola quadrilatera in cui stanno due animelle, le quali sono destinate ad impedire il regresso dell'acqua e dell'acido carbonico dal vaso condensatore H nei tubi R e P: esse perciò si aprono quando lo stantufo si spinge in alto, e si chiudono quando esso discende.

o, è un manometro che indica la pressione sotto cui si fa la saturazione dell'acqua nell'apparecchio condensatore.

L' indicazione delle varie parti di quest'apparecchio fa comprendere chiaramente come col suo mezzo si ottenga l'acqua carbonica.

Introdotta nel vaso A la quantità di carbonato di calce proporzionata alla sua capacità, si apre la chiave *b* del vaso B, e ne cola l'acido

solforico, il quale decomponendo il carbonato di calce ne sprigiona l'acido carbonico. Il tubo *b'* è destinato a far sì che l'acido contenuto nel recipiente B non sia solo soggetto alla pressione che l'acido carbonico esercita su di esso per l'apertura *b*, ma contemporaneamente venga compresso dal medesimo acido carbonico, e con pari forza dall'alto in basso. Questa disposizione fa sì che l'acido solforico coli senza veruna difficoltà sul carbonato di calce sottoposto, il che non accadrebbe così facilmente quando la comunicazione tra A e B non si facesse che per mezzo del tubo *b*. L'acido carbonico che si sviluppa passa per mezzo del tubo *m* nella botte K, e viene condotto verso il suo fondo inferiore sotto il diaframma che dicemmo esser quivi collocato; per tal modo esso è obbligato a dividersi in piccole gallozzole, ed attraversare l'acqua contenuta nella botte, ed a lavarsi in essa compiutamente. Sul principio dell'operazione egli è necessario che il gasometro F sia tutto immerso nell'acqua del tino E. A tal uopo si apre la chiavetta *i*: il gasometro allora, non più sostenuto dalla resistenza dell'aria ch'esso rinchiudeva, discende, e l'aria ne esce per la chiave *i* aperta. Chiusa nuovamente questa chiave, e determinato lo sviluppamento dell'acido carbonico, questo vien pel tubo DD portato entro il gasometro, il quale, cedendo alla pressione che lo spinge dal basso in alto, lentamente si solleva. A tal punto si incomincia l' operazione della saturazione; per tal uopo, aperta la chiave S', si pone in rotazione la ruota X e perciò si imprime il movimento allo stantufo O, il quale assorbe acqua pel tubo R e la spinge per mezzo del tubo T entro il recipiente H. A dar adito all'aria che sta contenuta in questo recipiente prima dell' introduzione dell'acqua serve un'apertura che la figura non rappresenta, e che si chiude con un turacciolo a vite. Di più lo stesso recipiente H è munito di un tubo indicatore, il quale comunica colla sua cavità, e perciò si riempie esso pure d'acqua, la cui altezza indica il livello a cui questa ascende nel recipiente. Quando l' acqua giunse ad occupare buona parte del recipiente H, si chiude la chiave S', si apre la chiave S, e si comincia a spingere l'acido carbonico contenuto nel gasometro F, il quale penetra in H; frattanto il moto che si imprime alla ruota X si comunica all'agitatore col mezzo della ruota V; per tal modo l'acqua e l'acido carbonico vengono intimamente mescolati, e se ne rende più pronta l'unione. Il manometro *o* indica sotto quale pressione si trovi condensato l'acido carbonico nel recipiente, e per ciò

quanto d'acido carbonico abbia assorbito l'acqua. Ordinariamente si continua a spingere acido carbonico finchè il manometro indica 5 o 6 atmosfere, al qual punto l'acqua è carica d'un volume di questo gas che è eguale a 5 o 6 volte il suo. Quando si giunge a questo segno si comincia a metter l'acqua in bottiglie. Durante questa operazione la pressione indicata dal manometro va scemando sensibilmente, e minore si rende puranche l'altezza dell'acqua nel vaso H: egli è allora che nuovamente si apre la chiave S' affinchè il movimento dello stantufo, oltre allo spingere acido carbonico, spinga pur anche nuova acqua, la quale venga ad occupare il posto di quella che si estrasse, ed a sua volta venga a saturarsi d'acido carbonico. Egli apparisce che per tal modo quest'apparecchio si presta ad un lavoro continuo, bastando che si tenga aperta la chiave S' per quel tanto che si richiede affinchè tant'acqua si restituisca in un tempo determinato al vaso condensatore quanta se ne estrae in quel medesimo tempo, e si tenga pure convenientemente aperta la chiave S, perchè tanto acido carbonico affluisca per essa quanto si richiede per ottenere una pressione costante nel vaso H ed una saturazione sempre uniforme.

A misura che la tromba M spinge acido carbonico, si scorge abbassarsi il gasometro F entro il tino E. Egli è perciò necessario di rianimare di quando in quando lo sprigionamento dell'acido carbonico; per tal uopo basta in sulle prime il porre in moto l'agitatore del recipiente A, con che si rinnovano i contatti tra l'acido ed il carbonato di calce; quando ciò non basti, si apre la chiavetta *d* e si fa colare nuovo acido solforico sul carbonato di calce, così lo sprigionamento dell'acido carbonico si fa immediatamente più gagliardo, ed il gasometro si eleva prontamente.

La quantità d'acido solforico pertanto che si contiene nel vaso B deve essere capace di decomporre tutto il carbonato di calce che si contiene nel vaso A. Cosicchè quando si scorga che tutto essendo caduto l'acido sul carbonato non si può tuttavia, malgrado l'agitazione, ottenere nuovo acido carbonico, si giudicherà essere necessario che si rinnovi il miscuglio, il che si farà estraendo il solfato di calce per l'apertura *e*, e sostituendovi nuovo carbonato, e ponendo nuovo acido solforico nel serbatoio B. A ciò serve una piccola tubulatura di cui è munito il vaso B, la quale si chiude esattamente con un coperchio a vite.

L'introduzione dell'acqua nelle bottiglie è operazione la quale richiede molta perizia e prontezza nell'operaio che la eseguisce. La chiave K'', per cui si dà adito all'acqua carbonica, è munita d'una specie d'imbuto di cuoio, il quale si introduce nel collo della bottiglia che l'operaio tiene colla mano sinistra, mentre colla mano destra egli tiene afferrato il turacciolo, pronto ad introdurlo nel collo di essa tostochè sia ripiena d'acqua carbonica. L'aria della bottiglia esce tra le pareti del collo e la superficie esterna del cono di cuoio accennato: la rapidità considerevole con cui le bottiglie si riempiscono, e la prontezza con cui un operaio abile le tura, rendono la perdita d'acido carbonico in questa operazione poco considerevole. Quindi questo modo d'imbottigliamento è ancora pressochè generalmente seguito, tuttochè molte disposizioni si sieno immaginate e proposte per evitare il disperdimento accennato.

Le bottiglie nelle quali s' introducono e si conservano le acque carboniche debbono essere di pareti assai resistenti, e poter sostenere una pressione di 8 o 10 atmosfere. I turaccioli debbono essere d'ottima qualità, resi cedevoli alla compressione col bagnarli con acqua tiepida; essi si introducono a forza e si fissano con una funicella legata intorno al collo della bottiglia.

Questo apparecchio richiede l'opera di tre operai: il suo prodotto è però tale da compensare questo dispendio, essendo che in 12 ore esso può fornire fino a 300 bottiglie d'acqua carbonica, carica a 4 o 5 atmosfere di pressione.

§. **178**. — L'apparecchio che ora siamo per descrivere, e che dal nome dell'inventore chiamasi apparecchio Savaresse, è fondato sopra un altro principio. La pressione qui più non si esercita da una machina comprimente, ma dall'acido carbonico stesso, il quale sprigionandosi in un apparecchio chiuso in cui si contiene l'acqua che se ne deve saturare, vi si scioglie in gran copia mercè la pressione che esso stesso produce. L'apparecchio è rappresentato per intero dalla *fig.* 141, pag. 295.

A è il recipiente generatore dell'acido carbonico; egli è in esso che si fa la decomposizione del carbonato di calce col mezzo dell'acido solforico. Esso è di rame intonacato internamente di piombo, di pareti assai resistenti, e formato di due parti, una superiore l'altra inferiore, le quali si uniscono esattamente per mezzo dei loro orli che si fissano l'uno all'altro col mezzo di viti.

a, è una tubulatura assai larga, munita di coperchio a vite; per essa si introduce l'acido solforico da cui si deve decomporre il carbonato.

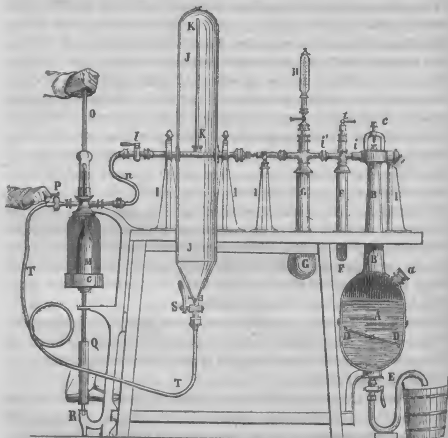


fig. 141

E, è un tubo assai ampio, curvato a guisa di S, il quale per uno dei suoi estremi si unisce alla parte inferiore del recipiente generatore, e quivi è munito di chiave, per l'altro si apre sopra d'un secchio. Questo tubo è destinato a vuotare il recipiente A, quando il miscuglio che esso contiene non produce più acido carbonico.

D D, sono le palette d'un agitatore: esse sono fisse perpendicolarmente sopra un asse che attraversa orizzontalmente il recipiente A, ed a cui si può imprimere un movimento di rotazione col mezzo d'una manovella. L'asse deve attraversare le pareti di A in modo da

esservi mobile bensì, ma non lasciare veruna fessura permeabile tra sè ed i fori delle pareti medesime per le quali essa passa: a ciò serve un modo di giuntura particolare che i Francesi chiamano *boîte à étoupe* e che chiameremo *scatola stoppata*, la quale mentre procura una sufficiente mobilità all' asse, concilia altresì una perfetta impermeabilità a fortissime pressioni. Le palette D D sono terminate in punte od uncini, dei quali diremo presto qual sia l'utilità.

B, è un largo tubo che inferiormente si apre nel recipiente generatore; egli è per suo mezzo che si introduce il carbonato di calce che deve quindi decomporsi nel recipiente A. Questo tubo ha un'apertura alla sua estremità superiore, la quale si chiude con un turacciolo metallico robusto, che si tiene fermamente fisso col mezzo di una vite di pressione C.

i, è un tubo orizzontale, il quale parte dall'estremo superiore del tubo B, e si continua col rimanente dell'apparecchio.

F, è un vaso cilindrico in cui si pone bicarbonato di soda; il tubo *i* comunica con questo vaso e vi penetra fino al fondo.

t, è una chiave col mezzo di cui si può chiudere la comunicazione tra il recipiente produttore ed il restante dell'apparecchio.

G, è un altro vaso più lungo e più capace del precedente, in cui si pone acqua, ed in cui penetra il tubo *i'*, aprendosi alla sua parte inferiore.

I due vasi descritti servono alla depurazione dell'acido carbonico.

H, è un manometro il quale indica la pressione che l'acido carbonico esercita sulle pareti dell'apparecchio; esso si connette a vite col vaso G, e si può togliere e riporre a volontà. Sotto di esso v'ha una chiave col cui mezzo si può interrompere la comunicazione dell'apparecchio col manometro.

J, è un cilindro di rame di robuste pareti, stagnato internamente e destinato alla saturazione dell'acqua. Esso è sostenuto da un tubo che lo attraversa e che è contiguo al tubo *i i'*.

K K, è un tubo che si unisce perpendicolarmente al tubo attraversante il cilindro J, e si apre presso il fondo del cilindro medesimo.

La porzione del tubo orizzontale che attraversa il cilindro J è traforata da piccole aperture per le quali passa l'acido carbonico che si deve sciogliere nell'acqua. Il cilindro J può ricevere un movimento di oscillazione perpendicolare al piano dell'apparecchio intero. Perciò la porzione del tubo orizzontale che lo attraversa, e che è unita

solidamente con esso, si connette mobilmente ma con giunture impermeabili coi tratti contigui del tubo orizzontale col mezzo di scatole stoppate. Questo cilindro ha circa alla metà della sua lunghezza un'apertura, la quale si chiude con turacciolo a vite, e per la quale si introduce l'acqua da saturarsi.

S, è una chiave, la quale essendo il cilindro collocato come lo indica la figura, ed essendo aperta, permette il passaggio dell'acqua carbonica nel tubo T T e nella bottiglia M.

T T, tubo metallico flessibile munito di chiave in P, il quale porta l'acqua satura d'acido carbonico nella bottiglia M.

l, chiave che si apre quando si vuole che l'aria della bottiglia non si disperda nell'atmosfera esterna, ma vada a raccogliersi entro il cilindro J, per mezzo del tubo *n*.

c, piattello su cui si pone la bottiglia che si vuole riempire d'acqua carbonica ; l'orifizio di questa si appoggia ad un'apertura munita di un orlo di gomma elastica, il quale comunica colla chiave P, e perciò col tubo T T. Il detto piattello è sostenuto da un'asta mobile Q, la quale si può innalzare ed abbassare col mezzo di una leva messa in moto da un pedale R, su cui si appoggia un piede di colui che attende ad empiere le bottiglie.

O, è una leva, la quale si appoggia a poca distanza dal suo fulcro sopra un turacciolo che è collocato in un canaletto verticale che lo guida direttamente nel collo della bottiglia quando si abbassa la leva.

Ecco ora in qual modo si operi con questo apparecchio.

Nel primo depuratore F si pongono 10 gramme circa di bicarbonato di soda, quindi una quantità d'acqua sufficiente per riempire la metà della sua capacità, talchè sopra il suo livello rimanga uno spazio vuoto pel quale l'acido carbonico liberamente si faccia strada, e non trascini con sè nulla della soluzione di bicarbonato di soda. Questo sale serve a ritenere quel poco d'acido solforico che potrebbe essere trasportato meccanicamente dall'acido carbonico mentre si estrica dal vaso A.

Nel secondo vaso si introduce acqua pura (1), per la quale nuo-

(1) Alcuni consigliano di porvi carbone di legno recentemente preparato; questo corpo dotato di proprietà assorbente servirebbe a ritenere nei suoi pori le materie volatili le quali spesso accompagnano l'acido carbonico, e gli communicano un'odore spiacevole.

vamente si lava l'acido carbonico uscito dal primo vaso depuratore: quindi si colloca il manometro.

Si riempie il cilindro J J d'acqua, e si stabilisce la comunicazione tra esso ed il tubo orizzontale che gli deve portare l'acido carbonico lavato nei vasi depuratori G ed F.

L'apparecchio essendo così disposto si introduce per mezzo dell'orifizio *a*, e d'un imbuto l'acido solforico entro il vaso generatore A: per ciò fare giova togliere il turacciolo C che si trova in alto del tubo B, affinchè a misura che l'acido penetra nel generatore, l'aria che esso contiene trovi libera uscita.

L'acido solforico deve essere debole, e si prepara allungando acido solforico a 66 gr. A. con 10 o 15 volte il suo peso d'acqua; questa operazione si eseguisce in un vaso a parte, ed in esso si deve lasciar raffreddare il miscuglio prima d' introdurlo nel vaso A.

Chiuso l'orifizio *a*, si introduce nel tubo B per la sua apertura superiore il carbonato di calce. Questo deve essere ridotto in polvere sottile ed involto in cartocci di carta preparati appositamente e chiusi in ogni loro parte (1). Questa disposizione ha per iscopo di far sì che il carbonato di calce, cadendo nella capacità del vaso A, si trovi per alcun tempo difeso dal contatto dell'acido solforico. Egli è pure per tale oggetto che quando si introducono i cartocci, l'agitatore deve essere collocato in modo da avere le sue palette in direzione orizzontale, affinchè le punte onde queste sono munite non vengano a rompere l'involto sottile di carta, il quale deve preservarsi intatto finchè l'operatore non giudichi opportuno di determinare la reazione produttrice dell'acido carbonico.

Chiuso l'orifizio superiore di B, aperte le chiavette dei due vasi depuratori, si pone in rotazione l'agitatore D D, con ciò si rompe l'involto di carta che cuopre il carbonato di calce, sicchè immedia-

(1) Per preparare questi cartocci si adopera una caviglia di legno di forma leggermente conica, su cui si avvolge un foglio di carta sottile e collata, ed in cui non si scorga verun forellino; la carta non deve involgere che una sola volta la caviglia; i suoi lembi si fissano l'uno sull'altro con un poco di soluzione di colla; ne risulta così un cartoccio quasi cilindrico, di cui si chiude l'estremo più piccolo, ripiegandone indentro la carta e fissando pure i lembi con colla: la forma leggermente conica della caviglia permette di toglierla dal sacchetto o cartoccio così preparato, il quale si pone a seccare, quindi si carica della quantità voluta di carbonato di calce, e si chiude interamente ripiegando indentro gli orli dell'apertura per cui si introdusse il carbonato, e fissandoli con colla.

tamente comincia lo sprigionamento dell'acido carbonico, che viene tosto a lavarsi nel tubo F, quindi nel tubo C, e penetra nel cilindro J J. Durante quest'operazione stanno chiuse le chiavette *l* ed S. Il manometro ascende tosto sensibilmente, ed indica un rapido accrescimento di pressione. Egli è allora necessario estrarre dal cilindro J J qualche litro d'acqua, il che si fa molto facilmente aprendo le due chiavi S e P: questa operazione ha per iscopo di dare all'acido carbonico uno spazio sufficiente per penetrare nel cilindro.

Dopo queste operazioni preliminari si imprime un movimento di altalena al cilindro J J intorno ai perni che lo sostengono: le oscillazioni devono essere lente in sul principio; senza questa precauzione l'acqua, che a quel punto non ha ancora assorbito acido carbonico e ne è avida, lo scioglierebbe con troppa prontezza, sicchè si farebbe un vuoto nell'apparecchio, che renderebbe lo sprigionamento del gas troppo violento, onde la sua depurazione riescirebbe imperfetta. Durante queste prime oscillazioni il manometro, che prima era asceso ad indicare la pressione di parecchie atmosfere, immediatamente si abbassa. Egli è quindi necessario agitare nuovamente il miscuglio del recipiente A, affinchè si rianimi lo sprigionamento dell' acido carbonico, e tosto che il manometro indica un nuovo accrescimento di pressione, rinnovare le oscillazioni del cilindro: la soluzione ora procede meno rapida di prima; giova quindi fare oscillare più vivamente il cilindro, e muovere più rapido l'agitatore D D.

Questa manovra si continua fintanto che il manometro segni a permanenza una pressione di 8 atmosfere: al qual punto l'operazione è terminata, e si può procedere all'imbottigliamento.

La figura mostra chiaramente come si eseguisca questa operazione. La bottiglia è collocata sopra il piatto *c*: il suo orifizio si applica contro un'apertura munita di un orlo di gomma elastica, e vi si comprime: a tal uopo serve il pedale R su cui l'operatore appoggia un piede deprimendolo, e sollevando così l' asta Q che sostiene il piattello. Sopra la bottiglia, ed in un canale verticale sottoposto alla leva O, si colloca un turacciolo, e vi si spinge moderatamente in modo da trovarsi pronto ad essere introdotto nel collo della bottiglia quando essa sia piena. Si apre allora la chiave P, la bottiglia si riempie tosto ai tre quarti circa della sua capacità. Allora si abbassa alquanto la bottiglia per lasciarne uscire l'aria che essa contiene, il che si fa sollevando il piede che si appoggia sul pedale R. Mentre

l'aria esce, il liquido continua a discendere, finchè la bottiglia è sufficientemente piena. Allora si chiude la chiave P, si deprime la leva O, ed il turacciolo che vi sottostà viene spinto nel collo della bottiglia e lo chiude.

Il turacciolo vuole essere di buona qualità, e deve essere solo di poco più grosso che non è ampio il collo della bottiglia. Per rendere i turaccioli alquanto cedevoli giova il tenerli per qualche ora immersi nell'acqua, o versarvi sopra, qualche momento prima di servirsene, un po' d'acqua bollente. La loro introduzione nel collo delle bottiglie non si deve eseguire in un sol colpo, ma a colpi successivi. Così s' incontra minore difficoltà nello spingerli alla voluta profondità.

Durante questa operazione egli accade talvolta che la bottiglia si rompa: egli è per ciò che usasi involgerla di una tela metallica, la quale, mentre permette di scorgere il procedere del riempimento, impedisce che i pezzi di vetro vadano a ferire l'operatore. Tolta la bottiglia dal piattello, si consegna ad un altro operaio, il quale ne fissa il turacciolo col mezzo di una funicella.

L'operazione si continua così finchè il cilindro è interamente vuotato. A misura che nuovo liquido si estrae, l'uscita di esso si fa più rapida, poiche l'acido carbonico sprigionatosi dall'acqua preme su questa con molta violenza, e tanto maggiore quanto più per la grandezza dello spazio che gli è dato, esercita più liberamente la sua elasticità. A cagione di questo estricamento l'acqua che si raccoglie in sul fine dell'operazione è meno carica di quella che si raccoglie in sul principio: egli è per ciò che è d'uopo cominciare con una pressione di 8 atmosfere, perchè in sul finire l'acqua sia ancora sotto la pressione di 6 o 7 atmosfere.

Durante l' operazione che abbiamo descritta, la chiave *l* si tiene costantemente chiusa: in alcune circostanze però giova tenerla aperta durante l' imbottigliamento; tale è il caso in cui il liquido saturato d' acido carbonico sia aromatizzato. La chiave *l* rimanendo in tal caso aperta, non è più necessario che si allontani la bottiglia dall'orifizio, per cui il liquido viene a riempirla per dare uscita all'aria, la quale passa direttamente pel tubo *n* nel cilindro J J. Così l' operazione dell' imbottigliamento si fa, per così dire, in vaso chiuso, e l'aroma del liquido non si disperde. Non è a dirsi che ad ogni volta

che si è compiuto il riempimento d'una bottiglia si debbe chiudere la suddetta chiave *l*.

Terminata l'operazione, e volendo procedere ad una seconda, non si può a meno di disperdere l'acido carbonico che riempie il cilindro. Quello però che è contenuto nel generatore A, e nel depuratore F, si può adoperare per una seconda operazione. Per ciò si chiude la chiave *t*, e si riempie d'acqua il cilindro J. Quindi aperta la suddetta chiave *t*, si agita il cilindro, mentre si mette in rotazione rapida l'agitatore del vaso generatore. In tal guisa quasi tutto l'acido carbonico che si conteneva nell'apparecchio si scioglie, il manometro si abbassa sensibilmente finchè giunge a non segnare più veruna pressione. A questo punto si può vuotare l'apparecchio, e disporlo a nuova produzione d'acido carbonico. Per tale oggetto si ruota l'agitatore affine di rendere omogenea, per quanto è possibile, la poltiglia di solfato di calce che riempisce il recipiente A, e tosto si apre la chiave del tubo E.

Egli è necessario por mente a che la chiave suddetta si apra interamente: senza di ciò la materia da espellersi potrebbe ostruirne l'apertura.

In queste operazioni v'ha sempre una sensibile perdita d'acido carbonico, la quale però non è di gran rilievo, essendo le materie prime che lo producono di piccol prezzo in commercio.

Mentre si vuota il vaso A è mestieri che si tenga chiusa la chiave *t*, e ciò affinchè la pressione dell'acido carbonico, che è contenuto nel vaso depuratore F, non ne faccia rifluire la soluzione di bicarbonato di soda entro il vaso generatore.

Per lavare il vaso generatore A non si ha che a versare per l'apertura superiore del suo collo B acqua in quantità sufficiente, perchè cadendo trascini con sè tutte le materie che incontra per via. Per una seconda operazione si carica nuovamente il vaso generatore, e si procede nuovamente nel modo che fu descritto.

L'apparecchio di Savaresse, di cui abbiamo finora tenuto discorso, ha alcuni vantaggi dei quali dobbiamo far cenno.

1° Esso occupa un piccolo spazio, bastandogli un'area di 2 metri quadrati.

2° Esso non esige che il lavoro d'un solo uomo, il quale, dacchè ha saturata l'acqua entro il cilindro alla pressione voluta, non ha da darsi briga d'altra cosa che dell' imbottigliare.

3° Esso inoltre non è soggetto a rottura, poichè le quantità di carbonato di calce e d'acido solforico che vi si introducono sono misurate in modo che la pressione dell'acido carbonico non ecceda quella di 8 atmosfere, e l'apparecchio deve essere capace di resistere ad una pressione anche dieci volte più considerevole che non è quella a cui si fa la saturazione.

4° L'acido solforico adoperandosi allungato e già raffreddato, l'acido carbonico non si sviluppa sensibilmente caldo, quindi si scioglie nell'acqua con maggiore facilità.

5° La saturazione è rapida; essa non esige che 5 minuti circa di tempo: per ciò il lavoro di questo apparecchio, tuttochè intermittente, è assai pronto, potendosi con esso preparare da 500 a 1000 bottiglie d'acqua in un giorno di lavoro.

La quantità di carbonato di calce che si deve impiegare per ogni saturazione dipende dalla capacità del cilindro in cui si fa la saturazione. Essa è facile a dedursi dalla conoscenza della composizione del carbonato di calce. Questo sale risulta da 1 eq. di calce = 350, ed 1 eq. d'acido carbonico = 275. Perciò un peso di carbonato di calce = 625 fornisce un peso d'acido carbonico = 275. Supponendo che si decomponga 1 chil. di carbonato di calce, se ne otterrà un peso d'acido carbonico = 440 gramme. Ora poichè 1 litro d'acido carbonico pesa gr. 1,977, il volume delle 440 gramme d'acido carbonico sarà di 222 litri.

Affinchè l'acqua venga saturata ad 8 atmosfere è d'uopo che il cilindro in cui si fa la saturazione non sia che l'ottava parte di 222 litri, ossia 28 litri circa. Per un cilindro adunque della capacità di 28 litri si adopererà per ogni operazione un peso di carbonato di calce eguale ad un chil., e due chil. per un cilindro di 56 litri.

La quantità d'acido deve essere tale che basti appena a decomporre tutto il carbonato di calce, anzi sia alquanto minore, perchè vi rimanga sempre alquanto carbonato di calce indecomposto.

Supponiamo che si abbia acido solforico a 66 gradi dell'areometro, la cui composizione è di 1 eq. d'acido solforico reale = 500 ed 1 eq. d'acqua = 112,5, si richiederanno 612,5 di quest'acido per decomporre 625 di carbonato di calce, e perciò per 1 chil. di questo se ne richiederanno gr. 964, quasi un peso uguale a quello del carbonato. La carica perciò di un apparecchio, il quale abbia un cilindro della

capacità di 56 litri, sarà di

Carbonato di calce . .	chil.	2
Acido solforico a 66 gr. .	»	1,928
Acqua (15 volte il peso dell' acido, ossia)	»	28,920=29 litri circa.

Ci siamo estesi alquanto nella descrizione della fabbricazione delle acque carboniche semplici, perciocchè credemmo fosse questa l'occasione più propizia per trattare di questo argomento. Crederemmo fuori di proposito il dire del modo con cui si imitano le acque carboniche naturali dotate di azioni medicamentose speciali sull'economia animale, chè questo è argomento da trattarsi da chi insegna l'arte farmaceutica: il fabbricante d'acque carboniche, quando si tratti d'imitare acque naturali medicamentose, deve restringersi nella cerchia dell'arte sua, cioè saturare d'acido carbonico quelle soluzioni saline che gli sono consegnate a tale oggetto da persona perita nell'arte farmaceutica. Questi medesimi apparecchi possono servire alla fabbricazione dei vini spumeggianti artificiali, argomento di cui diremo a suo tempo.

§. 179. **Influenza della pressione dell'aria sulla evaporazione dei liquidi.** — Abbiamo già tenuto discorso delle mutazioni che il calore produce nei liquidi (§§. 60 e 61), ed abbiam detto due essere i fenomeni che ne derivano, la dilatazione e la conversione del liquido in vapore elastico, o la sua gaseificazione. Abbiamo aggiunto che quando si giunge alla temperatura che è capace di produrre questo secondo fatto, il liquido si mostra agitato da bolle gasose, le quali staccandosi dalle pareti del recipiente, vengono a rompersi alla superficie, e gli imprimono un movimento che dicesi *bollizione*; chè a questo punto non si può più elevare la temperatura del liquido con aggiungere fuoco a fuoco, non ottenendosi con questo mezzo che un più rapido svolgimento di vapori; che finalmente per ogni liquido v'ha una temperatura capace di determinare la bollizione, e che questa chiamasi punto di bollizione. Lo studio della pressione atmosferica ci mette in grado di compiere le nostre idee su questo particolare.

La temperatura necessaria per produrre la bollizione non è costante, ma varia secondo la maggiore o minore pressione che l'atmosfera esercita sulla superficie del liquido. Se noi ci proviamo a

scaldare acqua distillata in varie regioni della terra, noi scorgiamo tosto che quella stessa temperatura che basta a produrre il fenomeno della bollizione sul Monte Bianco, o sulle Ande d'America, non è sufficiente per produrre lo stesso fenomeno a Torino, a Parigi, al livello del mare.

Più ci innalziamo sulla superficie della terra, e meno elevata si trova la temperatura necessaria a produrre la bollizione. Ora poichè sappiamo essere la pressione atmosferica tanto minore quanto più ci allontaniamo dal livello del mare, argomentiamo facilmente esservi una relazione tra la pressione atmosferica e la temperatura necessaria per portare un liquido alla bollizione, e scemare o crescere l'una collo scemare o crescere dell'altra.

Quando abbiam detto che l'acqua bolle a +100°, dovevamo dire che questa temperatura è quella dell'acqua bollente al livello del mare, ossia sotto la massima pressione atmosferica, corrispondente ad una elevazione della colonna barometrica di 760 millimetri. Se collo stesso termometro che segna +100° nell'acqua bollente sotto l'indicata pressione, ci facciamo ad esplorare la temperatura dell'acqua bollente sulla sommità d'una montagna, su cui il barometro non sale che 740 o 730 millimetri, noi la troveremo sensibilmente inferiore a +100°, e tanto più bassa quanto più saremo elevati sul livello del mare.

Che il fenomeno della bollizione sia intimamente vincolato colla pressione che sovrasta al liquido si prova sperimentalmente

Prendasi dell'acqua a +50° circa, si collochi sotto una campana in cui si faccia il vuoto colla machina pneumatica; quando saremo giunti ad avere estratta una considerevole parte dell'aria che occupava la campana, vedremo l'acqua agitata dal movimento della bollizione.

Se per l'incontro si avesse acqua in piena bollizione a +100°, e si esercitasse sovr'essa una pressione che si aggiungesse a quella dell'atmosfera, si vedrebbe immediatamente cessare ogni movimento di bollizione.

Nelle arti chimiche bene spesso si determina la bollizione di un liquido a bassa temperatura collo scemare la pressione atmosferica che sovrasta alla sua superficie; ne citeremo un esempio. I raffinatori di zucchero ottengono la bollizione, e la rapida evaporazione delle so-

luzioni di zucchero che essi intendono concentrare, portandole alla temperatura di circa +65° in un apparecchio ingegnosamente costrutto, che descriveremo a suo tempo, in cui col mezzo di una machina pneumatica, o per rapida condensazione di vapore, si fa il vuoto, quantunque non perfetto; per tal modo il raffinatore non sottopone lo zucchero che ad una temperatura incapace di alterarlo, mentre che, se volesse evaporare la soluzione zuccarina in vaso aperto ed a fuoco nudo, gli sarebbe d'uopo d'una temperatura di oltre 100 gradi, la quale cagionerebbe nello zucchero una mutazione molecolare che lo convertirebbe in melassa, prodotto non più cristallizzabile e di pochissimo valore.

§. **180**. **Tensione del vapore**.—Mentre sotto la pressione di 760 mill. l'acqua non può essere scaldata a +100° senza entrare in bollizione, ed a questo punto la sua temperie non può venire accresciuta per qualunque violenza di fuoco, se la pressione che le sovrasta si fa maggiore dell'accennata, l'acqua può venir portata a temperature più elevate. Egli è appunto ciò che accade nei recipienti chiusi, come a cagion d'esempio, nelle caldaie a vapore, nel digestore di Papino, e simili.

In tali circostanze il vapore che si genera non può liberamente espandersi, ma costretto a starsene rinchiuso entro la capacità del vaso in cui si produce, tende a rompere gli ostacoli che lo tengono imprigionato, o, per dirla altrimenti, esercita una pressione sulle pareti del vaso, pronto a lanciarsi nello spazio, quando sciolta in qualche punto la continuità delle pareti medesime gli si trovi aperta una via.

La pressione che il vapore esercita sulle pareti dei vasi cresce col crescere della temperatura: essa si esercita eguale su tutti i punti delle pareti che lo tengono rinchiuso.

Che veramente si eserciti questa pressione, il dimostra chiaramente il fatto che spesso i recipienti chiusi nei quali si generano vapori, esplodono. Un palloncino di vetro sottile scoppia se vi si fa bollire acqua, dopo averne fortemente chiuso il collo col mezzo d'un buon turacciolo: se le pareti del palloncino sono molto resistenti, sicchè non si rompano, il turacciolo è lanciato con forza e con iscoppio.

La pressione che il vapore esercita sulle pareti del vaso si riconosce dal peso a cui esso può fare equilibrio. Usasi esprimerne la forza dicendo che essa equivale ad un dato numero di atmosfere: a tal

proposito ricorderemo ciò, che fu già detto più sopra (§. 162) che il peso di un'atmosfera è il peso d'una colonna di mercurio dell'altezza di 76 centimetri, premente su d'una superficie determinata, e facente equilibrio al peso dell'aria su d'un'eguale superficie. Che perciò su d'un centimetro quadrato il peso d'un'atmosfera sarà quello di gramme $13,597 \times 76$, ossia in numero intero gramme 1033.

Quando adunque diciamo che il vapore esercita sulle pareti d'una caldaia la pressione di 1 atmosfera, vogliamo indicare che su d'una superficie di 1 cent. quadr. esso può fare equilibrio alla pressione d'una colonna di mercurio alta 76 centimetri, ossia ad un peso di 1033^{gr}, e così una pressione di 2, di 3 atmosfere per noi è l'espressione di una forza esercitata su d'una superficie di 1 cent. quadrato, eguale a 1033, moltiplicato per 2, per 3 ecc.

Da ciò si comprende come la pressione che si esercita dal vapore sviluppantesi in vasi chiusi, e che dicesi anche *tensione del vapore*, si possa calcolare col mezzo dei manometri (§. 166). Quindi è che le caldaie a vapore sono munite sempre di questi strumenti, i quali ad ogni momento vengono consultati dall'operaio che modera la forza del fuoco. Imperocchè col crescere o scemare della temperatura, cresce eziandio o scema la forza elastica, ossia la tensione del vapore, per modo che il fuoco deve, a seconda delle indicazioni del manometro, ora attivarsi, ora diminuirsi per ottenere colla pressione del vapore una forza voluta.

Nel seguente quadro trovansi indicate varie temperature alle quali può portarsi l'acqua in una caldaia chiusa, e le pressioni corrispondenti, calcolate dall'altezza a cui ascende il mercurio in un manometro.

Tavola *delle forze elastiche del vapore d'acqua e delle temperature corrispondenti da 1 a 24 atmosfere.*

Forza elastica del vapore, prendendo il peso di un'atmosfera per unità	Altezza di una colonna di mercurio che misura la forza elast. del vapore	Temperature corrispondenti, espresse in gradi del termometro centigrado a mercurio
Atmosfere	Metri	Gradi
1	0,76	100,00
1 1/2	1,14	112,20
2	1,52	121,40
2 1/2	1,90	128,80
3	2,28	135,10
3 1/2	2,66	140,60
4	3,04	145,40
4 1/2	3,42	149,06
5	3,80	153,08
5 1/2	4,18	156,80
6	4,56	160,20
6 1/2	4,94	163,48
7	5,32	166,50
7 1/2	5,70	169,37
8	6,08	172,10
9	6,84	177,10
10	7,60	181,60
11	8,36	186,03
12	9,12	190,00
13	9,88	193,70
14	10,64	197,19
15	11,40	200,48
16	12,16	203,60
17	12,92	206,57
18	13,68	209,40
19	14,44	212,10
20	15,20	214,70
21	15,96	217,20
22	16,72	219,90
23	17,48	221,90
24	18,24	224,20

§. **181. Valvole di sicurezza.**—Dalle cose dette si spiega l'uso delle valvole che diconsi *di sicurezza*, delle quali sono sempre munite le caldaie a vapore che si adoprano nelle arti, vuoi chimiche, vuoi meccani-

che. Esse sono costrutte in modo da rimaner chiuse, e resistere alla pressione che il vapore esercita sovr'esse, finchè la sua tensione o forza elastica non supera un limite determinato, ed aprirsi spontaneamente e lasciar libero passaggio al vapore quando quel limite sia superato anche di poco. Varie sono le fogge di siffatti apparecchi di sicurezza, e noi crederemmo uscire dai limiti che si convengono all'opera nostra, quando ci accingessimo a darne la descrizione, la quale si potrà trovare compiuta e precisa in molte opere di Tecnologia. A rendere tuttavia concreto quanto dicemmo a questo riguardo daremo la descrizione d'uno degli apparecchi più semplici di questo genere.

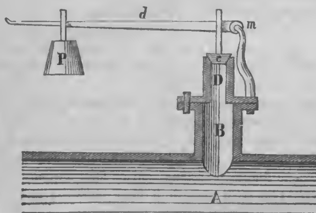


fig. 142

La *fig.* 142 rappresenta in A la parte superiore d'una caldaia di forma cilindrica; B è un prolungamento cilindrico di essa, il quale s'innalza perpendicolarmente; al suo orlo si unisce col mezzo di viti il cilindro D, il quale alla sua parte superiore ha le sue pareti tagliate in isbieco, per guisa che la sua apertura prende la forma d'un cono, a cui si adatta un otturatore conico esso pure *c*, il quale vien tenuto in sito da un'asticella che si congiunge con una spranga orizzontale *d*. Questa è per uno dei suoi estremi mobile intorno ad un perno *m*, per l'altro sostiene un peso P, il quale, gravitando sovr'essa, comprime dall'alto in basso l'otturatore *c*, e lo tiene applicato all'orifizio del cilindroD. Poichè il cilindro D comunica coll'interno della caldaia, egli è evidente che il vapore che preme sopra l'interna superficie di

questa, deve premere egualmente sulla superficie inferiore dell'otturatore c, tendendo a spingerlo in alto, la qual cosa però non può aver luogo se prima èsso non vince la resistenza che oppone la forza con cui vi gravita sopra il peso P sostenuto dalla spranga D; e che quando ciò si avveri, il vapore si farà strada per l'orifizio superiore del cilindro D, disperdendosi nell'atmosfera. Il peso P è mobile sopra la spranga D, e può avvicinarsi più o meno al perno m, scorrendovi sopra nella stessa guisa che fa il peso nelle romane ordinarie sul braccio che lo sostiene: ed egli si comprende come con questo artificio si possa far sì che a sollevare l'otturatore c si richiegga maggiore o minor forza, dovendo questa essere tanto più gagliarda quanto più il peso s'allontana dal fulcro m, e si approssima all'estremo libero della spranga che lo sostiene. Pertanto affinchè una valvola così costrutta serva all'uso, a cui è destinata, è d'uopo conoscere quale è la superficie dell'otturatore che soffre la pressione del vapore, e qual peso rappresenta P collocato in un punto determinato della spranga D. Si supponga, per cagion d'esempio, che la superficie dell'otturatore sia di un cent. quadr., e che il peso della massa P collocato alla distanza da m, indicata dalla figura, sia di chil. 1,033 (ossia 1 atmosfera), egli è chiaro che la valvola potrà resistere alla pressione di un'atmosfera esercitata dal vapore nell'interno della caldaia, e si aprirà tosto che questa pressione venga a farsi alquanto maggiore di un'atmosfera. Che se il peso di P fosse eguale a chil. $5 \times 1,033$, ossia 5,165 ossia 5 atmosfere, sarà necessario, perchè essa si apra, che la tensione del vapore sia tale che eguagli quella di 5 atmosfere su d'una superficie di 1 cent. quadrato.

Abbiamo detto doversi conoscere quale sia la superficie dell'otturatore premuta dal vapore; e la ragione è naturale; una pressione che, esercitata su di 1 cent. quadr., vince una resistenza eguale ad 1 atmosfera, esercitandosi su d'una superficie di 2, di 3, di 4 centim. quadr., rappresenta una potenza di 2, 3, 4 atmosfere.

Finalmente è d'uopo sapere quale sia il limite di resistenza della caldaia affinchè si disponga la valvola in modo che si apra, e lasci libera uscita al vapore quando esso non sia ancor giunto a quella tensione che può essere nociva alla caldaia o determinarne lo scoppio: così se la caldaia fosse costrutta in modo da poter resistere ad una pressione di 5 atmosfere, sarebbe d'uopo che la valvola di sicurezza fosse disposta in modo da aprirsi a 3 o 4 atmosfere.

§. 182. **Lastre fusibili.**—Perciocchè v'ha una relazione tra la temperatura del vapore e la pressione che esso esercita sulle pareti della caldaia, è facile il comprendere che la fusione di corpi i quali si liquefanno a temperature conosciute, può essere indizio delle pressioni accennate.

Se, per cagion d'esempio, in un pallone di vetro si ponga acqua, ed un pezzo di una lega metallica che sia fusibile a$+121°$ (il che si sarà determinato dapprima coll'esperienza), e chiuso fortemente il pallone si scaldi l'acqua gradatamente, quando si giungerà al punto d'avere ottenuto la liquefazione della lega metallica, si avrà certezza che la temperatura dell'acqua sarà di $+121°$ circa, e consultando la tavola precedente (pag. 308) si troverà che la pressione o tensione del vapore è $=$m. 1,52.

Egli è appunto su questo principio che si fonda l'uso di lastre fusibili a temperature determinate, le quali servono come di guarentigia, che la temperatura del vapore non oltrepassi quei limiti che corrispondono a pressioni compatibili colla resistenza delle pareti delle caldaie.

Suppongasi infatti che una caldaia a vapore non sia costrutta che per resistere ad una pressione di 3 atmosfere; la temperatura che corrisponde a questa pressione sarà di $+135°$. Per essere certi che questo limite non venga oltrepassato si pratica un foro circolare sulla parete della caldaia che sta in contatto del vapore, e vi si fissa una lastra d'una lega che si fonda al dissotto di $+135°$, per esempio$+132$. Quando la temperatura giunga a questo segno la lastra fusibile si fonderà, e per l'apertura, che essa lascia, escirà libero il vapore; per tal modo si renderà impossibile lo scoppio della caldaia, accidente questo che avrebbe luogo, quando vi si elevasse la temperatura oltre i $+135$.

I chimici giunsero, col mezzo della riunione di alcuni metalli, ad ottenere leghe fusibili a temperature determinate, delle quali diamo qui un quadro, in cui oltre alla loro composizione, trovansi indicate le temperature alle quali esse si fondono, e le pressioni alle quali queste temperature corrispondono.

TAVOLA *delle leghe fusibili.*

Pressione in atmosfere	Temperatura del vapore	Temperatura della fusione delle leghe	Composizione delle leghe		
			Bismuto	Piombo	Stagno
1	100,0	100,0	8	5	3
1 ½	112,2	113,3	8	8	4
2	121,4	123,3	8	8	8
2 ½	128,8	130,0	8	10	8
3	135,1	132,4	8	12	8
3 ½	140,6	143,3	8	16	14
4	145,4	145,4	8	16	12
5	153,8	153,8	8	22	24
6	160,2	160,2	8	32	36
7	166,5	160,5	8	32	28
8	172,0	172,0	8	30	24

§. **183. Combustione.** — Ci venne già più volte il destro di dire di quel fenomeno complesso che usualmente si appella *combustione*, e fu già detto che con questo nome si indica per lo più la produzione di calore e di luce che si manifesta quando un corpo, semplice o composto che sia, si combina coll'ossigeno; così abbiamo osservato il fosforo, il solfo *bruciarsi* nel gas ossigeno puro e nell'aria; bruciarsi altresì il ferro, lo zinco, le resine, gli olii, il legno ecc.

Ci faremmo tuttavia un'idea non conforme al vero, quando opinassimo il solo ossigeno essere capace di cagionare il fatto della combustione nell'atto della sua combinazione. Questa, che fu sentenza dei chimici dei tempi di Lavoisier, dovette essere rigettata dappoichè si conobbe spesse volte manifestarsi calore e luce, talvolta in grado eminente, in reazioni nelle quali niuna parte prende l'ossigeno. Così già vedemmo (§. 2) che il rame si combina col solfo con produzione di luce e calore, e vedremo nel seguito di questi nostri studi, che nel cloro ardono con luce e calore, l'antimonio, l'arsenico, il fosforo, l'idrogeno (1).

(1) Egli accade spesso che alcune mutazioni avvengano nei corpi, senza che la loro composizione venga a cangiarsi, e si accompagnino con fenomeni luminosi e calorifici. Così il percuotere due silici l'una contro l'altra ne sprigiona lampi di

Il concetto adunque che ci dobbiam fare della combustione deve essere più vasto di quello che si facessero i chimici dell'epoca di Lavoisier, e chiameremo con questo nome ogni combinazione chimica, che sia accompagnata da produzione di luce e di calore.

Così essendo compresa l'essenza della combustione, si scorge come essa richiegga almeno il concorso di due corpi, i quali reagiscono reciprocamente contraendo combinazione. Ora da quanto fu detto (§. 33), risulta che in ogni composto chimico v'ha un corpo che fa le parti di compenente elettro-negativo, ed uno che fa le parti di componente elettro-positivo. I chimici convennero che di essi il primo prenda il nome di *comburente*, il secondo di *combustibile*. Così nella combustione del solfo nell' ossigeno, quello è il combustibile, questo il comburente; e combustibili relativamente all' ossigeno si diranno pure l'idrogeno, il fosforo, il carbonio, il ferro ecc., poichè questi corpi sono verso l'ossigeno reagenti elettro-positivi. Dicemmo essere questi corpi combustibili *relativamente all'ossigeno* per la ragione che taluno di essi. tuttochè si manifesti verso l'ossigeno dotato di potere elettro-positivo, può nullameno a sua volta comportarsi, con altri corpi, siccome elettro-negativo; così il solfo, il fosforo, quando vengono a reagire con corpi metallici faranno non più l'uffizio di combustibili, sibbene quello di comburenti, comportandosi come reagenti elettro-negativi.

Ci è d'uopo a questo punto rammentare che un corpo combustibile può unirsi con un comburente, ora con fenomeni di combustione, ora senza manifestarli sensibilmente. Il ferro che arde nel gas ossigeno scintillando, quando la sua ossidazione si faccia pronta e viva, si muta lentamente in ossido, quando non si elevi di molto la sua temperatura. Il carbone che arde, facendosi rosso di fuoco, se venga a trovarsi in contatto con l'ossigeno, a temperatura elevata, brucia lentamente e genera acido carbonico, quando a temperatura comune reagisce con lo stesso ossigeno, suo comburente: il fosforo presenta simili fenomeni. La produzione adunque dei fenomeni lumi-

luce e ne eleva la temperatura: il ferro battuto violentemente sull'incudine si fa caldo a segno da scottare. Il passaggio dei corpi da uno stato di aggregazione ad un altro spesso si associa a produzione di luce e di calore: l'ossido di cromo ottenuto per precipitazione, scaldato entro cassolina di porcellana o di platino, si fa luminoso mutando aggregazione in modo notevole ecc. In questi casi non v'ha combustione, poichè non v'ha combinazione.

nosi e calorifici, vuol essere considerata come accidentale, e solo dipendente dalla maggiore o minore celerità della combinazione.

Come avvenga che lo stesso fatto chimico, per esempio l'ossidazione del carbone, ora presenti ora no i fenomeni di combustione, è facile a comprendersi.

Il calore che si genera dal combinarsi di due corpi, sarà sensibile e potrà giungere fino all' incandescenza, quando la rapidità della sua produzione sia grande, sicchè esso si possa accumulare sui corpi medesimi reagenti: che se la medesima quantità di calore si produca lentamente, sicchè a misura che si ingenera, si disperda nei corpi circonvicini, può accadere che esso non dia più verun segno di sè, nè alla mano, nè al termometro: nel qual caso egli è naturale che neanche non s'associi a produzione di luce.

Dalle quali cose fluisce naturalmente questa conseguenza, che il calore e la luce che accompagnano una combinazione chimica saranno tanto più rimarchevoli, quanto maggiore sarà la copia dei corpi reagenti, quanto più rapido si effettuerà la combinazione, e quanto più elevata sarà la temperatura a cui già si troveranno i corpi reagenti nell'atto in cui verranno in contatto per combinarsi.

La verità di quanto diciamo si può riconoscere nei fenomeni di combustione che noi produciamo quotidianamente nei nostri focolari domestici, o nei forni delle officine. Così con poco carbone non possiamo produrre quel calore che otteniamo con molta copia di questo combustibile; il soffiare che facciamo sul carbone ne anima la combustione perchè in breve tempo porta in contatto con esso molto ossigeno: e quando a vece d'aria fredda adoperiamo aria già riscaldata ad alimentare il fuoco, vediam questo prendere maggiore e talvolta maravigliosa efficacia. Quanto feconde di applicazioni tornino queste semplicissime nozioni nell'industria si vedrà a suo tempo.

Allorquando un corpo combustibile si trova in istato di combustione, egli è in nostro potere il togliernelo, purchè o si sottragga all'influenza del comburente, o si ponga in condizioni sfavorevoli all'azione di quest'ultimo. Si porti un carbone acceso sotto la campana della macchina pneumatica in cui quindi si faccia rapidamente il vuoto, si vedrà cessare ogni segno di combustione, tutto che il carbone conservi ancora tal temperatura da poter riaccendersi quando solo si estragga dal vuoto, e nuovamente si porti nell'aria o nell'ossigeno. Lo spegnersi d'una candela accesa, del fosforo in viva combustione,

quando dall'aria si portino nell'azoto o nell'acido carbonico, dipende dalla cessazione dell'influenza del comburente, cioè dell'ossigeno.

La diminuzione di temperatura, il pronto raffreddamento di un corpo che arde, può far sì che esso si spenga: un pezzo di arso che vivamente brucia in un focolare, si spegne tosto quando se ne estragga, e si ponga su di un corpo che prontamente ne sottragga calore.

Da ciò si spiegano alcuni fatti che ad ogni istante cadono sotto gli occhi nostri. L'acqua spegne un tizzone acceso, perchè vi forma un involucro che lo protegge dall'azione dell'aria: essa opera altresì sottraendone calore, di guisa che la temperatura se ne abbassi al punto che più non dia campo all'ossigeno dell'aria d'esercitarvi sopra il suo potere comburente. Quando si abbia appiccato fuoco alla fuligine di un camino, si chiuda la bocca di questo con una tela fitta inzuppata d'acqua, perchè diventi meno penetrabile all'aria: il fuoco si spegnerà, e ciò avrà luogo pel cessato afflusso dell'aria ossia dell'ossigeno comburente.

Quando vuolsi rianimare un fuoco che appena appena cominci a nascere in un cumulo di carboni, giova spingervi sopra una leggerissima auretta; se spingessimo un forte getto d'aria fredda, correremmo rischio di spegnere la debole scintilla che noi vogliamo dilatare ed estendere a tutta la massa del combustibile, perchè quella potente massa d'aria fredda sottrarrebbe dal punto già acceso tanto calore da renderlo inetto alla combustione. All'incontro quando una gran massa di carbone è già in ignizione, vi si può soffiar sopra con vigore senza timore di far cessare la combustione, poichè quel tanto di calore che sottrae l'aria non è più che tenuissima cosa in paragone del calore che produce la massa accesa del combustibile, ed è compensata l'un cento dall'incremento che genera nella combustione l'ossigeno dell'aria abbondevolmente soffiata.

La temperatura che è necessaria per far sì che un combustibile si accenda nel suo comburente, varia secondo la natura del combustibile medesimo, e spesso secondo il suo stato di aggregazione. Basta a dimostrare questa verità il rammentare, che il fosforo brucia nell'ossigeno non appena tocca la temperatura di $+60^{\circ}$ gradi, mentre a determinare l'accensione del ferro si richiede una temperatura che corrisponde al calore rosso: che il carbonio è molto meno combustibile, quando è allo stato di diamante o di grafite, che quando trovasi nello

stato di nero di fumo o di carbone di legno. Il ferro in fila od in lamine non arde nell'ossigeno che a fortissimo calore; per l'incontro il ferro ricondotto allo stato metallico col mezzo dell'idrogeno e sommamente diviso, non appena viene a contatto dell'aria, vi si accende e brucia vivamente.

I corpi, i quali posti in contatto dell'aria, vi si accendono da se soli senza previo riscaldamento chiamansi *pirofori* o *corpi piroforici*.

§. **184. Fiamma.** L'esperienza volgare dimostra che vi sono corpi i quali bruciano con fiamma, altri no. Diciamo fiamma quella colonna di materia accesa, che spande lume e calore, e si innalza oscillante e tremante dai corpi in combustione. Tutti sappiamo che il carbone brucia senza fiamma, che per l'incontro bruciano producendo fiamma l'olio, la cera, il grasso, lo spirito di vino, il fosforo. A noi tutti avvenne di osservare che quando si brucia in uno dei nostri domestici focolari il legno, la torba od altro simile combustibile, scorgesi questo da principio brillare investito da una fiamma più o meno lunga e luminosa, la quale, a misura che la combustione s'innoltra, riesce più breve e meno splendente, finchè affatto scompare, rimanendo del combustibile una parte ancora, la quale arde bensì, ma tranquillamente e senza fiammeggiare. La spiegazione di questi fatti sta in questa massima generale. Bruciano con fiamma:

1° i combustibili naturalmente gasosi;

2° quelli che, naturalmente solidi o liquidi, prendono lo stato gasoso sotto l'azione del calore, che produce ed accompagna la loro combustione;

3° finalmente quelli i quali, incapaci di prendere lo stato gasoso, si decompongono sotto l'azione del calore, per modo che dall'accozzamento delle loro molecole ne risultino corpi combustibili, gasosi o volatili.

L'idrogeno puro e gli idrogeni protocarburato e bicarburato, naturalmente gasosi, bruciano necessariamente con fiamma. L'alcoole naturalmente liquido, ma volatile, se venga a sentire l'azione del calore si converte in vapori, e sotto questa forma arde producendo fiamma. Per la stessa ragione ardono con fiamma il fosforo, la canfora, ambidue corpi solidi, ma volatili e facili a mutarsi in vapore. Bruciano con fiamma il grasso, la cera, corpi è vero non volatili, ma di tal natura che quando vengono a sentire l'azione di forte calore si decompongono per modo che le loro molecole in diversa guisa accozzate,

generano nuovi composti, sia naturalmente gasosi, sia vaporosi sotto l'influenza del calore che li produsse. Per l'incontro non arde con fiamma il carbone perchè fisso per sua natura ed incapace di altro stato che quello di solidità, e perchè combinandosi con l'ossigeno forma, se questo non iscarseggia, acido carbonico, gasoso è vero, ma non più combustibile.

Che se talvolta il carbone nel bruciare si mostra circondato di fiammelle azzurre, si cerchi la causa nella poca affluenza dell'ossigeno, per la quale invece di acido carbonico producesi ossido di carbonio (vedi §. 99), il quale come gas si solleva dalla massa carbonosa, e trovando novello ossigeno con esso si combina ed arde con fiamma a modo dei gas combustibili.

E finalmente i combustibili ordinarii bruciano con fiamma sul principio della loro combustione, quando cioè dal primo operare del calore decomponendosi, forniscono prodotti gasosi o volatili; che se gli elementi che generano questi prodotti già vennero discacciati, siccome accade sul finire della loro combustione, non rimanendo di loro più che carbonio, bruciansi ancora ma non più con fiamma. Possiamo infatti sdoppiare il legno, la torba, il carbon fossile, in materiali capaci di ardere con fiamma, ed in altri che più nol sono. In una storta di vetro o di porcellana S, si ponga un poco di carbon fossile (*fig.* 143),

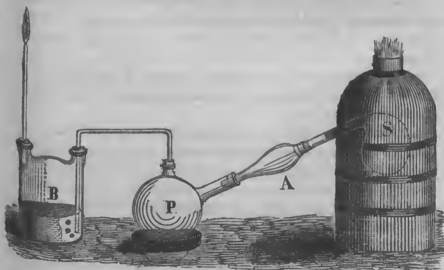


fig. 143

adattisi al collo di essa col mezzo di un'allunga A, un pallone P, alla cui tubulatura sia aggiunto un tubo che ricurvato convenientemente, venga a congiungersi con una bottiglia a due colli B contenente acqua di calce: all'altro collo d'essa bottiglia si adatti un tubo di vetro che termini in punta alquanto sottile. Si scaldi la storta per modo che la materia in essa contenuta si decomponga: il pallone si riempirà di vapori, i quali si condenseranno in gran parte: il liquido della bottiglia verrà attraversato da una corrente di corpi gasosi, i quali in parte vi si arresteranno (l'acido carbonico che si combina colla calce), in parte usciranno pel tubo affilato sotto forma d'un getto, a cui si potrà, quando l'aria dell'apparecchio siasi discacciata, appiccar fuoco; essi arderanno con fiamma luminosa e vivace. Terminata l'operazione, si troveranno nel pallone insieme ad acqua e qualche sostanza salina (corpi non combustibili), molti e diversi materiali, alcuni solidi quali la naftalina, la paranaftalina; altri liquidi più o meno densi, di natura oleosa, ma e quelli e questi volatili e combustibili. Nella storta si rinverrà una massa carbonosa leggera, fissa, combustibile è vero, ma incapace d'ardere con fiamma, perchè costituita pressochè esclusivamente da carbonio. Conchiudiamo da ciò, che il carbon fossile non produce fiamma che in grazia dei suoi elementi i quali sotto la potenza del calore si accozzano per modo da formare corpi gasosi, e corpi solidi o liquidi, ma volatili e combustibili. La stessa cosa si dica di quante materie ci possono servire per procurarci calore: esse saranno tanto più convenienti a dar fiamma, quanto più forniranno per via di distillazione in vasi chiusi dei prodotti gasosi o volatili atti alla combustione.

Queste considerazioni ci spiegano come si accenda e come continui ad ardere una candela od una lampada che si alimenti con sostanza grassa o con olio.

Allorquando allo stoppino della candela di cera o di cevo approssimiamo la fiamma d'un solfanello acceso, noi determiniamo la decomposizione di quella parte di materia grassa che lo imbeve, e da quel punto comincia la produzione di materiali gasosi infiammabili, i quali tosto, pel calore sotto cui si generarono, e per l'ossigeno dell'aria che incontrano svolgendosi, accendonsi e formano la prima fiammella. Frattanto questa a sua volta produce calore che strugge il cevo e la cera che sottostanno; il lucignolo assorbe la sostanza fatta liquida, talchè una nuova quantità di essa trovasi in seno alla com-

bustione, ossia nel centro della fiamma già svolta, e quivi compenetrata dal calore a sua volta si decompone, quindi arde con fiamma e così la cosa mano mano procede finchè tutta la candela siasi consunta. Ciò che dicemmo della candela dicasi della lampada ad olio, in cui il lucignolo esercita questa funzione, di imbeversi d'olio a misura che quello che già prima aveva assorbito si è consunto, e portarlo nel centro della fiamma in cui si decomponga e si converta in prodotti gasosi. Un'esperienza semplicissima viene a dimostrare quanto abbiam detto finora. Si abbia una candela di cevo C (*fig.* 144) con grosso stoppino, si accenda, e dopo qualche tempo si spenga rapidamente collo spegnitoio: tolto immediatamente questo, vedrassi una colonna di fumo innalzarsi dal lucignolo; a questa si accosti la fiamma di una candela, essa si accenderà e comunicherà la fiamma alla candela già spenta. Quella colonna di fumo era costituita da un residuo di prodotti gasosi combustibili i quali ancora continuarono ad estricarsi, e non richiedevano che sufficiente calore per accendersi.

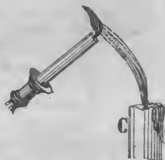


fig. 144

§. **185.** Perchè la fiamma si produca e si mantenga, due condizioni sono necessarie, il calore e l'ossigeno. Lo spegnitoio estingue la fiamma togliendo l'accesso dell'aria al lucignolo. Una candela accesa, se venga introdotta entro uno spazio in cui si contenga piccola quantità d'aria che non si rinnovi, si spegne dopo qualche tempo, cioè quando ha consumato l'ossigeno che la circondava, e lo ha convertito in gran parte in acido carbonico. Se venga a raffreddarsi fortemente una debole fiammella, quale è quella d'un filo di cotone o di canapa, essa si estingue. Una fiamma d'una candela su cui si lanci un getto d'aria si estingue perchè ne vien tolta una parte di quel calore che è necessario per l'ulteriore lavorio di decomposizione della sostanza grassa, e la generazione di nuovi prodotti combustibili.

Per dimostrare come il calore sia necessario alla combustione d'un corpo gasoso ed alla fiamma, non v' ha più acconcio sperimento che quello che aperse la via a Davy alla scoperta della lampada di sicu-

rezza. Abbiasi un apparecchio qualunque da cui si sprigioni un getto di gas idrogeno, lungo di qualche centimetro, da un tubo sottile; si accenda il gas, quindi contro la fiamma si opponga una tela metallica alquanto densa, e questa si approssimi all'orifizio del tubo (*fig.* 145); si osserverà che la fiamma si troverà come compressa e raccorciata dalla tela metallica, e che si potrà spegnere affatto quando la tela venga a toccare il punto da cui il gas scaturisce. E non è già che il gas idrogeno non attraversi la tela, poichè troppo essa è permeabile perchè ciò si possa supporre possibile: che fa adunque la tela metallica? come corpo buon conduttore toglie al corpo acceso una delle condizioni necessarie per la sua combustione, cioè il calore, cosicche esso rimane acceso finchè toccata la tela e raffreddato passa oltre senza più ardere. E che la cosa sia così, il dimostra questo fatto, che cioè quando pel protratto soggiornare sulla fiamma, la tela metallica si è fatta incandescente, essa non oppone più riparo alla propagazione della combustione al di là delle sue maglie, sicchè il gas che la attraversava dapprima incombusto continua ad ardere oltre ad essa.

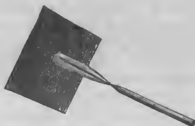


fig. 145

Quando si spinga su di una tela metallica un getto di gas idrogeno (*fig.* 146), ed alla parte opposta della tela, si accosti, al punto che è percosso dal gas, la fiamma d'una candela, il gas si accenderà, ma l'accensione non si comunicherà alla porzione del getto che è dal lato del

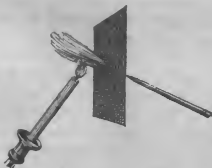


fig. 146

tubo da cui il gas scaturisce, il che non avverrebbe se non fosse interposta la tela metallica tra la parte accesa del getto e l'orifizio del tubo.

§. **186. Lampada di Davy.**—Da questi fatti emerge chiaramente perchè la lampada di Davy tanto utile si dimostri pei minatori nelle miniere di carbon fossile, ponendo le loro vite in sicuro, difendendoli dai danni che gravissimi si cagionano dal gas idrogeno protocarburato.

Se si introduce un lume acceso in un'atmosfera composta d'aria e d'idrogeno protocarburato in proporzione alquanto ragguardevole, questo s'accende, e può anche produrre una violenta detonazione: l'accensione delle molecole combustibili cominciata intorno al lucignolo, si propaga senza ostacolo a tutta la massa del miscuglio gasoso. Ma se il lucignolo è in ogni senso avviluppato da una tela metallica, avverrà che si accenda il misto combustibile penetrato per le maglie di questa in contatto della fiamma, ma la combustione si limiterà a quel tanto di materia combustibile che è circoscritto dall'involto metallico, e quivi si arresterà, poichè le fila conduttrici della tela toglieranno per sè quel calore che sarebbe necessario si comunicasse alle molecole combustibili, che sono fuori del loro ambito, perchè si determini la loro accensione. La lampada di Davy è appunto costrutta su questo principio.

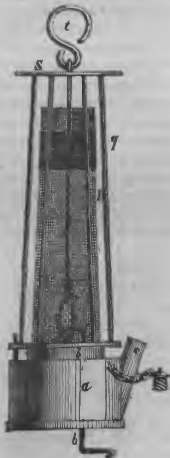


fig. 147

Essa è composta (*fig.* 147) di un serbatoio *a* che si riempisce d'olio pel canale *c* munito di coperchio a vite, ed in mezzo a cui s'innalza lo stoppino. Sull' orlo superiore del serbatoio si aggiusta a vite in *b*

una specie di astucchio di tela metallica *l*, chiuso alla parte sua superiore da un doppio strato della stessa tela, sicchè ne risulti un involucro perfettamente continuo in ogni sua parte. Questo è difeso da aste metalliche *q*, le quali superiormente si fissano ad una lastra di ferro S assai larga, e conformata a guisa di coperchio, nel cui mezzo si annoda per via d'un anello un uncino, che serve al minatore per portare la lampada ed appendersela quando è d'uopo alla cintura, affine di aver libere ambe le mani durante il lavoro. Nel serbatoio, accanto al lucignolo, v'ha un canaletto attraverso a cui passa un filo di ferro *b* piegato a modo d'uncino mobile, il quale serve a spingere in alto o trarre in basso lo stoppino, e distaccarne il deposito carbonoso che ne offuschi per avventura la fiamma. La tela metallica ha da 120 a 140 maglie in ogni cent. quadrato di superficie. L'altezza della lampada intera è di 20 a 25 cent. Le maglie della tela metallica permettono all'aria di circolare nella lampada e di alimentare la combustione, e perciò la fiamma, e lasciano passaggio alla luce.

Si può con semplici sperimenti dimostrare che questo apparecchio è veramente efficace a produrre lo scopo che Davy si propose di ottenere. Sulla lampada accesa si versi un po' d'alcool, per modo che tutta la tela ne sia bagnata; e ne entri altresì nel recinto che essa forma intorno al lucignolo. Vedrassi l'interno della lampada riempirsi di fiamma di vapore alcoolico, la quale però non si propagherà all'esterno. La stessa cosa si osserverà sostituendo l'etere all'alcool. Spingasi sulla tela metallica e si diriga sul lucignolo acceso un getto d'idrogeno, la fiamma si mostrerà nell'interno della lampada, ma non si propagherà a quel tratto del getto gasoso che è compreso tra la tela e l'orificio del tubo per cui esso vien spinto. In un cilindro d'alte pareti si versi un po' d'etere solforico, cosicchè il vapore di questa sostanza sommamente volatile ed accensibile vi si spanda e si mesca con l'aria che vi è contenuta; poscia si introduca in esso la lampada di Davy accesa, si vedrà che il misto combustibile penetrato nella lampada attraverso le maglie della tela vi si accenderà, ma la sua combustione non si propagherà nell'ambito del cilindro al misto detonante che vi si contiene.

La lampada di Davy riunisce adunque le condizioni necessarie per rassicurare i minatori contro le detonazioni, essa inoltre presenta il mezzo di riconoscere quando in una galleria siasi svolto gas idrogeno protocarburato, e l'aria perciò siasi resa non respirabile. Diffatti dalle

esperienze che lo stesso Davy ha istituite, e dalle osservazioni di Baillet, risulta che allorquando la lampada venga introdotta in un miscuglio di 1 parte d'idrogeno protocarburato, e da 30 a 16 parti d'aria, la fiamma si allarga e si circonda di una zona luminosa cagionata dall'accensione del gas, e che maggiore è l'allargamento della fiamma, quando il miscuglio sia di 1 di gas idrogeno protocarburato e 15 d'aria. Il minatore perciò quando osservi questo fenomeno giudicherà che l'atmosfera in cui si trova diventa inetta alla respirazione, e che perciò è d'uopo abbandonarla, finchè non siensi posti in opera quei mezzi che l'arte suggerisce pel rinnovamento di essa.

Nella lampada di sicurezza di Davy, quale l'abbiamo descritta, si riconobbero ben tosto, accanto ai molti pregi, alcuni inconvenienti. La luce che essa spande è scarsa a cagione della strettezza delle maglie della tela metallica che l'inviluppa. Nel trasportare la lampada spesso si spande olio sulla tela, ed il polviscolo di carbone aderendovi ne ottura facilmente i fori, talchè meno pervia essa si rende all'aria ed alla luce. Ad ovviare a questi inconvenienti, molte modificazioni sonosi introdotte nella costruzione di questo strumento, delle quali non accenneremo che una, la quale non alterando di molto nè le dimensioni, nè il peso di questo strumento, ne tolse in gran parte i difetti.

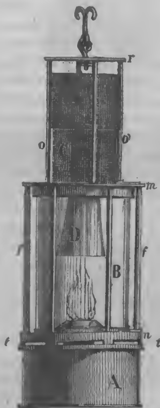


fig. 148

Mueseler e quindi Combes modificarono la lampada di Davy in guisa da renderla egualmente efficace come mezzo di sicurezza contro le detonazioni, e farla più acconcia di quella di Davy per illuminare le gallerie delle miniere. La fig. 148 mostra la lampada di

Combes, la quale è al presente generalmente usata nelle miniere di carbon fossile del Belgio. Essa si compone come quella di Davy di un serbatoio d'olio che porta lo stoppino, e di un involucro il quale però non è unicamente costrutto con tela metallica, come nella lampada di Davy, ma in parte è di cristallo, sicchè la luce della fiamma può liberamente diffondersi tutto all'intorno.

La descrizione delle figure farà meglio comprendere i particolari di questo utile strumento.

A, è il serbatoio dell'olio (*figg.* 148, 149), M, è il suo fondo inferiore in cui si osservano: 1° una vite V, la quale attraversa tutta l'altezza del serbatoio, ed inferiormente prende in x la forma quadrilatera, in guisa che torna facile l'afferrarla e aggirarla intorno al suo asse col mezzo di una chiave da oriuolo alquanto grossa; 2° b, e p, i quali sono due fili di ferro alquanto grossi, essi quivi sono ripiegati orizzontalmente; quindi attraversano tutta l'altezza del serbatoio, passando ciascuno in un canaluccio di latta che essi riempiscono quasi intieramente, ed in cui si muovono liberamente: il primo b giunto alla parte superiore del serbatoio a lato dello stoppino, si ripiega ancora una volta orizzontalmente a livello dell'orlo superiore dello stoppino, e serve al minatore per distaccare dall'orlo di questo quel deposito carbonoso, che vi si fa quando la lampada arde da lungo tempo, e che rende la fiamma fuliginosa: il filo p, giunto alla parte superiore del serbatoio, si ripiega esso pure orizzontalmente, prende la forma di una lamina appianata il cui orlo prospiciente lo stoppino è munito di piccoli denti: il luminello che porta lo stoppino è dal lato che corrisponde alla laminetta succennata privo d'involto metallico, talchè lo stoppino vi si trova a nudo, il minatore imprimendo un moto di rotazione al filo p ne avvicina la laminetta dentata allo stoppino, lo afferra, e può collo spingere in alto e trarre in basso il filo medesimo, innalzare od abbassare lo stoppino e moderare così l'altezza della fiamma.

Alla parte superiore del serbatoio A si osservano sei aperture t', t', le quali comunicano con uno spazio limitato inferiormente dal fondo superiore del serbatoio medesimo, e superiormente da una tela metallica T: nel centro di questo spazio sta un cilindretto che inferiormente comunica col serbatoio, che superiormente porta il luminello i per lo stoppino, e gli estremi superiori dei fili p e b.

B, è un cilindro di vetro ben ricotto affinchè non si rompa per le vicende di temperatura alle quali deve andare soggetto, ed è robusto

di pareti affinchè non s'infranga per urti meccanici. Due armature di ottone gli si uniscono con esatto fregamento, l'una superiore *m* l'altra inferiore *n*, queste si congiungono insieme col mezzo di 6 spranghette metalliche *f*, *f*, le quali, mentre le tengono fisse nel loro sito, servono altresì di difesa al cilindro di cristallo, e lo proteggono contro gli urti di corpi duri. L'armatura inferiore è assai alta, e fatta a modo di cerchio in cui può essere ricettato l'orlo superiore del serbatoio A. Quest'armatura presenta sei aperture *t*, *t* orizzontali, della medesima forma e delle stesse dimensioni delle aperture *t'*, *t'* del serbatoio A, in modo che quando questo si unisce alla succennata armatura, le aperture *t*, *t* si trovano in esatta corrispondenza con *t' t'*. Dall'orlo interno dell'armatura *n*, si innalza un cono di lamina di ottone, il quale si solleva col suo estremo troncato all'altezza dell'orlo superiore del luminello: e ne sta alla distanza di qualche millimetro.

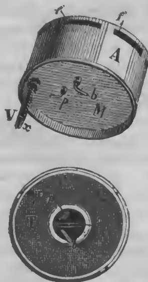


fig. 149

D, è un caminetto di lamiera d'ottone che si connette coll'armatura superiore *m*, inferiormente si dilata a modo d'imbuto, e sovrasta alla fiamma; superiormente si restringe alcun poco, e si apre nello spazio che è circoscritto dalla tela metallica C. Questa forma un astucchio cilindrico, che inferiormente si unisce all'armatura *m*, superiormente è chiusa da un coperchio di tela metallica esso pure: *o*, *o*, sono quattro spranghette metalliche le quali, partendo dall'armatura *m*, vanno ad unirsi con un piano orizzontale *r*, il quale serve di tetto alla lampada, e porta nel suo centro un anello munito di doppio uncino, di cui si vale il minatore per appendere la lampada al muro od alla cintura dell'abito.

L'unione del serbatoio A con l'armatura *n* si fa col mezzo della vite V, la quale passa attraverso il serbatoio A entro una madre vite, quindi per l'apertura *v* della tela metallica T, e penetra in una madre vite dell'armatura *n*.

Si comprende da questa descrizione lo scopo delle varie parti che distinguono questa lampada. L'aria necessaria ad alimentare la fiamma è quivi somministrata dalle aperture *t*, *t*, corrispondenti alle aperture *t'*, *t'* del serbatoio, essa non può giungere alla fiamma che attraversando la tela metallica T; il cono *e* la riceve e la conduce tutta intorno allo stoppino. L'imbuto B determina un tirante d'aria, il quale fa sì che nelle oscillazioni della lampada la fiamma conservi la direzione del suo asse, e non vada a toccare il cilindro di vetro: finalmente la tela metallica *c* serve, come la tela T, quale mezzo di sicurezza.

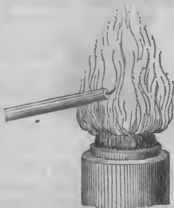
Egli si comprende, che condizione indispensabile perchè questa lampada serva bene al suo uso, è la permeabilità assoluta della tela metallica T. Egli è perciò che Combes ha disposta questa tela in guisa che si possa togliere quando si vuole riempire d'olio il serbatoio A; così si evita lo sconcio che succederebbe quando una goccia d'olio fosse inavvertentemente caduta su di essa, e ne avesse resa una parte impermeabile all'aria.

Non abbandoneremo questo argomento senza aggiungere che l'uso della lampada di sicurezza non dovrebbe circoscriversi alle miniere di carbon fossile, ma vorrebbe estendersi altresì nelle fabbriche e nei magazzeni di polvere da guerra, come pure nei depositi e magazzeni d'alcool e d'olio di trementina, sostanze facilmente accensibili, ed i cui vapori spandendosi nell'aria, facilmente si accendono al tocco di una fiamma. Con questo mezzo si preverrebbero negli edifizii destinati a deposito od a mercato di queste sostanze, gli accidenti gravi d'incendii, ai quali per lo più dà origine l'imprudenza di chi vi penetra con lumi accesi mentre l'aria è piena dei vapori delle accennate sostanze sommamente accensibili.

§. **187**. — La colonna gasosa che costituisce la fiamma non è sede di combustione in tutti i suoi punti, ma solo colà dove essa tocca l'aria atmosferica. Nell' interno di essa vi sono materiali combustibili, ma non essendovi ossigeno non v'ha combustione. Questa verità, che d'altronde già torna per noi evidente per le cose già dette, si può tuttavia dimostrare con alcuni esperimenti. Prendasi una lampada a spirito con grosso stoppino e si accenda (*fig.* 150); si avrà una fiamma molto voluminosa. Si ponga un pezzo di fosforo in un cucchiarino di vetro o di porcellana, si introduca nella fiamma tenendolo nel centro di essa; il fosforo si renderà liquido, ma non vi

darà segno di combustione, sibbene si accenderà quando venga estratto dal centro della fiamma, e collocato nella parte periferica di essa, in cui tosto produrrà una fiamma biancheggiante: se così acceso si spinge nuovamente in seno alla fiamma, cesserà la sua combustione, per rianimarsi quando nuovamente ne venga estratto. L'e-


fig. 150


fig. 151

sperimento può farsi in modo egualmente convincente con una candelina di cera: accesa questa, se ne spinge il lucignolo nel centro della fiamma della lampada ad alcool (*fig.* 151), in cui essa immediatamente si spegne, riaccendendosi immediatamente quando ne venga estratta. Pongasi un'asticella di legno attraverso la fiamma di una lampada ad alcool o ad olio: la parte di legno che trovasi in mezzo alla fiamma appena si imbrunirà, mentre si accenderanno quelle parti che ne toccano la periferia.

Conseguenza delle cose dette si è che v'ha una grande differenza tra la temperatura della parte interna della fiamma e quella della parte sua periferica: e la cosa è naturale che in quella parte più forte sia il calore dove si opera la combustione, che là dove questa non è. Alcuni sperimenti vengono pure a dimostrar questa verità.

Un filo di ferro sottile posto attraverso la fiamma d'una lampada ad olio od a spirito, si mostra incandescente verso gli orli di essa, e nel suo centro si conserva bruno.

Si faccia passare un'asticella di vetro A B attraverso a tre pallottoline di piombo *m n o*, e poste queste a distanza l'una dall'altra, si introducano tenendo l'asticella orizzontalmente nella fiamma d'una

lampada a spirito o ad olio (*fig.* 152), per modo che le pallottoline laterali *m* ed *o* tocchino gli orli della fiamma, e quella di mezzo *n* si trovi nel centro di essa. Poco appresso le due prime cadranno fuse mentre quella di mezzo conserverà ancora lungo tempo la sua solidità.

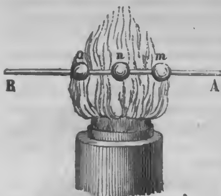


fig. 152

Si collochi un cucchiaino di platino contenente un po' di polvere da fucile nel centro della fiamma della medesima lampada; essa vi si potrà tenere lungo tempo senza che scoppi; per l'incontro la sua accensione sarà pronta se tengasi il cucchiaino sugli orli della fiamma, o sulla sua parte superiore.

§. **188.** — Nella parte esterna della fiamma v'ha combustione e calore elevato: nella parte interna v'ha minor calore e materiali combustibili. Ragion vuole che l'azione chimica che la fiamma può produrre sia in queste sue parti diversa.

Infatti se poniamo un metallo ossidabile nella parte esterna della fiamma, lo vedremo ossidarsi pel concorso del calore e dell'aria. Se il collochiamo nell'interno, il vedremo subire le mutazioni che può produrre nel suo stato d'aggregazione il calore, ma andare esente dalla benchè menoma traccia d'ossidazione. Anzi se il metallo che si introduce nel centro della fiamma è già ossidato, ma facile alla riduzione, il vedremo subire la mutazione inversa alla ossidazione, in quanto che esso verrà privato del suo ossigeno e ricondotto allo stato metallico.

Questa verità, che non si potrebbe agevolmente dimostrare colla fiamma dell'alcool, evidentemente si comprova quando ci serviamo di una forte fiamma di gas idrogeno.

Su d' una cassolina di terra o su d' una coppella (*fig.* 153) pongasi un pezzo di stagno, quindi vi si faccia cader sopra una fiamma di gas idrogeno, in guisa però che essa nol tocchi che colla sua parte estrema: il metallo si fonderà, ma presto si cuoprirà di una patina bianca che sarà ossido di stagno, in cui si convertirà interamente se l' esperimento si continui per un tempo sufficiente.

Facciasi quindi cadere la fiamma sull'ossido così generato, approssimandovi però il cannello in guisa che la fiamma tutto l'involga (*fig.* 154), otterrassi la decomposizione dell'ossido di stagno, il quale riacquisterà il suo primitivo stato metallico.



fig. 153



fig. 154

§. 189. **Cannello o dardifiamma.** — Le cose dette ci guidano a discorrere dell'impiego del cannello ferruminatorio o dardifiamma, strumento di cui valgonsi non solo i chimici, ma altresì molti artefici, come i gioiellieri, gli smaltatori, ecc.

Esso è un tubo per lo più di ottone (*fig.* 155), di forma conica, e ricurvato in quarto di cerchio verso il suo estremo più acuto, il quale è munito di una capocchia, nel cui mezzo è scolpito un forellino quasi capillare; l'altro estremo ha un diametro di circa 8°, 10 millimetri, ed è spesso munito d'un'armatura d'osso o di avorio. Quando si prende tra le labbra questa parte più ampia dello strumento, e per entro ad essa si spinge aria, questa esce dall'altro estremo sotto forma di sottil getto più o meno forte, il quale se venga diretto entro la fiamma d'una candela o d'una lampada, ne modifica la forma non solo ma altresì la forza calorifica e le azioni chimiche, siccome siamo per dire.



fig. 155

Nella fiamma d'una candela che tranquillamente s'innalzi, osservansi 3 zone ben distinte (*fig.* 156), l'una esterna *a* poco visibile; perchè poco luminosa e trasparente, la quale rappresenta la parte della fiamma in cui si opera la combustione: essa si colora in azzurro verso la

parte inferiore, là dove abbraccia il lucignolo. Sotto questa zona se ne scorge un'altra *b* luminosa e bianca, in cui trovansi le materie combustibili della fiamma portate ad alta temperie, perchè stanno in contatto immediato colla esterna zona in cui si fa la combustione, e da cui proviene il calore. Internamente in *c* trovasi un cono concentrico alle zone sovradette, scuro, non luminoso, costituito dalle sostanze volatili e gasose che svolgonsi dal lucignolo, le quali non sono ancora incandescenti, perchè rimote troppo dalla sorgente del calore, cioè dalla zona esterna trasparente.

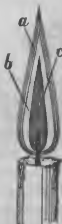


fig. 156

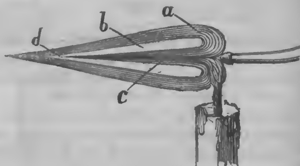


fig. 157

Si introduca ora nella fiamma ed a poca distanza dal lucignolo la punta del cannello, e vi si spinga aria con forza, la fiamma prenderà la forma segnata dalla *figura* 157, in cui si osserveranno ancora 3 zone, l'una esterna in *a*, dove la combustione si opera per l'aria che esternamente inviluppa la fiamma; l'altra media in *b* luminosa, in cui si conterranno materiali combustibili incandescenti; la terza in *c* di colore azzurro e concentrica alle precedenti, in cui la combustione sarà come nell'esterna attiva, e sarà alimentata dall'aria somministrata dal cannello.

È facile il comprendere come con l'artificio descritto si giunga ad ottenere una fiamma dotata di temperatura assai più elevata di quella che essa avrebbe naturalmente. Collo spingere aria infatti nell'interno

della colonna gasosa combustibile, noi aggiungiamo alla combustione della zona esterna quella del cono interno, sicchè raddoppiamo la sorgente del calore. Egli è chiaro altresì che là appunto sarà più calda la fiamma così modificata dove termina il cono interno azzurro e quasi si confonde colla zona esterna in *d*.

Col mezzo del cannello possiamo moderare la quantità dell'aria che spingiamo nella fiamma, e possiamo ottenere una fiamma ora ossidante ora riducente. Si introduca il cannello con apertura alquanto ampia poco sopra il lucignolo della candela, talchè si inoltri quasi ad $^1/_3$ del diametro della fiamma (*fig.* 157), e si spinga l'aria

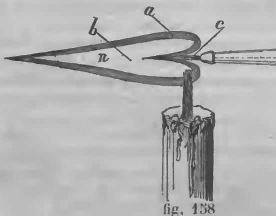


fig. 158

con violenza: si otterrà una fiamma in cui la zona media *b* quasi scomparirà, e non consterà più che della zona esterna e del cono interno. Un corpo ossidabile posto nel punto più caldo di questa fiamma si ossiderà con molta rapidità.

Prendasi invece un cannello d'orifizio alquanto più stretto, se ne introduca la punta un po' più sopra il lucignolo che nel caso precedente, ed in guisa che entri appena nella fiamma (*fig.* 158); quindi si spinga aria con poca forza. Il dardo che si produrrà sarà voluminoso più del precedente, la zona esterna *a* non subirà cangiamento, la zona media *b* sarà ampia ed occuperà quasi tutto il dardo, in cui invece scomparirà quasi affatto il cono interno azzurro. Se pongasi un corpo ossidabile, come un pezzo di stagno nell'estremo acuto della zona esterna, lo si vedrà prontamente ossidarsi; se invece

si ponga in *n*, ossia nella zona luminosa, sicchè questa interamente l'involga, esso si conserverà metallico; che anzi se in questo stesso punto tengasi per qualche tempo un po' d'ossido di stagno, se ne otterrà la riduzione. La zona luminosa è adunque dotata di azione riducente.

Egli è chiaro che il dardifiamma adoperato da mano intelligente ed esercitata diviene un prezioso istrumento; il chimico ed il mineralogo se ne valgono ben sovente: essi espongono alla fiamma ora ossidante ora riducente sostanze di composizione non conosciuta, aggiungendovi talvolta opportuni reagenti, e dal modo con cui esse si comportano e dai prodotti che ne ottengono traggono preziose indicazioni, le quali o svelano l'interna composizione delle sostanze cimentate, o ne indicano con certezza alcuni dei loro componenti e lo stato di combinazione in cui essi si trovano (1).

Sullo stesso principio è fondato l'uso della così detta tavola dello smaltatore. Essa consiste in una tavola (*fig.* 159 A) sotto cui è collocato un mantice che mettesi in moto col mezzo d'un pedale su cui

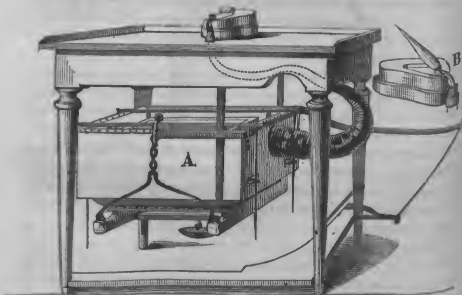


fig. 159

(1) Per più ampie nozioni intorno al cannello ed al modo di impiegare negli usi chimici si consultino le opere di Berzelius, di Plattner e di Laurent.

s' appoggia il piede destro dell'operaio che sta seduto innanzi ad essa; l'aria spinta dal mantice è condotta per mezzo di un tubo di ferro, il quale ripiegandosi in alto ed attraversando la tavola viene ad aprirsi in un angusto orifizio dinnanzi ad una lampada ad olio munita di grosso stoppino. La corrente d' aria debbe venire a cadere sulla fiamma a poca distanza dallo stoppino con un'inclinazione di 40 gradi circa sul piano della tavola. La fiamma viene così trascinata dall'aria, ed a vece d' innalzarsi perpendicolarmente, come farebbe se abbandonata a se stessa, segue la direzione del soffio del mantice, e si conforma in un dardo (*fig.* 159 B), meno luminoso ma assai più caldo che nol sarebbe nelle condizioni ordinarie. La sua temperatura si esalta a segno che col suo mezzo si possono portare a rammollimento ed a fusione lo smalto, il vetro ecc. Questo strumento è di frequente uso nei laboratorii chimici pel lavorio dei tubi di vetro, che debbono servire alla costruzione degli apparecchi acconci alle varie operazioni chimiche.

Egli è chiaro che se a vece dell'aria s' impiega ossigeno per animare una fiamma, il calore che si otterrà sarà di gran lunga maggiore: una fiamma d'idrogeno alimentata da gas ossigeno puro che entro essa si spinga, produce tanto calore che basta perchè vi si strugga il platino, ed anche la silice.

§. **190. Luce della fiamma.** — È noto che tra le fiamme alcune sono ricche di luce, altre ne sono povere. Una piccola fiamma di gas idrogeno bicarburato spande una viva luce che ci basta ad illuminare una vasta camera; una forte fiamma di gas idrogeno è così poco luminosa che non potremmo valercene a rischiararci fra le tenebre, e diviene quasi invisibile se la camera in cui si sperimenta venga anche modicamente rischiarata dalla luce del giorno. La fiamma dell' idrogeno protocarburato tiene la via di mezzo tra le due precedenti per potere luminoso.

Perchè questa differenza? Eccone la ragione.

Una fiamma è luminosa quando in essa trovasi un corpo solido che diviene incandescente, se ciò non è la fiamma non spande luce, o ne spande pochissima.

Infatti, nella fiamma del gas idrogeno introduciamo un filo di platino, vedremo che questo si fa centro di raggi luminosi : spingiamo attraverso la fiamma stessa un po' di polviscolo di carbone, vedremo le particelle carbonose farsi incandescenti in essa, ed impartire alla

fiamma un sensibile potere illuminante. Un pezzo di calce reso incandescente nel dardo d'idrogeno di cui si alimenti la combustione con gas ossigeno, si mostra così luminoso, che appena gli occhi vi si ponno fissare per un istante (1).

Alla presenza adunque di molecole solide fatte incandescenti in seno alla fiamma dobbiamo attribuire il potere suo luminoso, sia che esse molecole sieno un prodotto della combustione stessa, sia che esse provengano da decomposizione della materia combustibile.

La fiamma del gas idrogeno non è luminosa, perchè il corpo che la genera è gasoso, ed il composto che risulta dalla combustione. l'acqua, vi si trova allo stato vaporoso.

L'ossido di carbonio brucia con fiamma non luminosa, perchè esso è corpo gasoso, e bruciando genera acido carbonico gasoso esso pure.

L'idrogeno bicarburato brucia spandendo luce vivissima, perchè sotto l'azione del calore esso prima di venire in contatto dell'aria si decompone in seno alla fiamma medesima, e depone minutissime particelle solide di carbonio, che vi si fanno incandescenti e luminose (§. 104). Così per carbonio sospeso splende di luce, benchè meno intensa, il gas idrogeno protocarburato: il fosforo bruciando genera acido fosforico solido, ed egli è dalle molecole di questo composto rese incandescenti nella fiamma del fosforo che questa riceve l'abbagliante luce che la distingue. Potremmo ancora addurre altri esempi dai quali questa verità risulterebbe sempre più comprovata.

Il corpo solido che sta sospeso in una fiamma non le comunica però potere luminoso, se contemporaneamente non è portato ad elevata temperatura; se manca l'ossigeno alla fiamma dell'idrogeno bicarburato essa perde del suo potere illuminante, perchè scema l'intensità della combustione: essa è tuttavia ricca di molecole carbonose, le quali ci si svelano dal suo colore rossiccio e dalla fuliggine che ne emana.

Lo stesso accade quando ad una lampada alimentata con olio non giunge aria che basti per produrre una combustione attiva che abbia

(1) Drummond e Clarke hanno costrutto apparecchi nei quali la calce, resa incandescente col mezzo di una fiamma d'idrogeno animata per via d'un getto di gas ossigeno, diventa centro di luce simile a quella del sole, e capace di sostituirsi ad essa nelle sperienze fisiche e chimiche. I limiti di brevità che ci siamo prefissi in questo manuale non ci permettono di dilungarci nel descrivere questi apparecchi, bastandoci d'avere indicato il principio su cui è fondato il loro impiego.

potenza di rendere incandescenti tutte le molecole carbonose che in essa si generano. In questi casi si ovvia all'inconveniente accrescendo la quantità d'aria che in un tempo determinato s'impieghi alla combustione, talchè sia proporzionata alla quantità di materia combustibile che nello stesso tempo si consuma. Egli è chiaro però che se troppo ossigeno si venisse a somministrare alla fiamma d'una lampada, questa cesserebbe altresì d'essere luminosa, essendochè le molecole di carbonio non avrebbero, per dir così, il tempo di farsi incandescenti nella fiamma, che già sarebbero bruciate e convertite in acido carbonico. Egli è su questi principii che si fonda l'arte del costrurre buone lampade, e l'arte di bene e convenientemente servirsene; argomento questo di molto rilievo, che verrà trattato con qualche diffusione allorquando parleremo delle sostanze organiche, le quali si adoprano nell'illuminazione tanto pubblica che privata.

§. 191. **Colore delle fiamme.** — Le fiamme dei diversi corpi non hanno tutte lo stesso colore. Brucia con fiamma azzurra il gas ossido di carbonio, il bicarburo d'idrogeno produce una fiamma bianca, l'idrogeno una fiamma pallida giallognola. Questi diversi colori muovono dalla natura dei corpi combusti. Molte sostanze inoltre hanno la proprietà di colorare in modo particolare le fiamme, ed i varii colori di che queste si vestono sono bene spesso di guida al chimico nel riconoscere la natura dei corpi che egli sottopone alle sue investigazioni. La pirotecnia trae partito della proprietà di alcuni corpi di comunicare alla fiamma particolari tinte affine di produrre fuochi colorati.

Pongasi in una cassolina di porcellana un po' d'alcool, vi si aggiunga un po' di sale marino, quindi vi si accenda; la fiamma dell'alcool, che di per sè sarebbe poco luminosa ed azzurrognola, diventerà alquanto luminosa e tinta in giallo. Se al sale marino si sostituisca un sale di potassa, si avrà una colorazione violetta chiara. Se si adopri alcool misto a nitrato di stronziana, avrassi una colorazione rossa di carmino. Col cloruro di rame si otterrà una colorazione azzurra; coll'acido borico una tinta verde elegante. Egli è principalmente nei lembi della fiamma che toccano l'aria atmosferica che si manifestano più vivi i colori accennati. D'onde muovano questi colori particolari non è cosa ben facile a definirsi. Sembra tuttavia che essi siano la conseguenza di qualche chimica mutazione a cui vanno soggetti i corpi adoperati, quando trascinati dalla corrente dei gas della fiamma

essi giungono al suo lembo esterno, dove per la fissazione dell'ossigeno si produce una elevatissima temperatura.

Davy ammise siccome cosa probabile che i corpi i quali colorano la fiamma comincino per subire nell'interno di questa una riduzione; che poi giunti alla parte esterna, là dove gli elementi che la costituiscono soggiaciono all'azione dell'ossigeno atmosferico, vengano essi pure ossidati, e che in questa loro mutazione si facciano capaci di generare i colori speciali succennati. Per tal guisa non sarebbero nè l'acido borico, nè il cloruro di bario, nè il cloruro di sodio, nè altra sostanza composta che colori la fiamma, ma piuttosto il boro, il bario, il sodio ecc. (1). Noi non ci attenteremo di pronunciare su questa questione, la quale tuttochè sia di qualche importanza per la scienza, non avrebbe, quand'anche fosse risolta, un grande rilievo nella pratica.

Giova avvertire 1° che non tutte le fiamme sono egualmente colorate dal medesimo corpo. Così il cloruro di stronzio colora in rosso la fiamma dell'idrogeno, dell'idrogeno protocarburato, e del bicarburato, ma non la fiamma del solfo, la quale si colora tuttavia in verde quando al solfo si aggiunga acido borico. 2° Che spesso la colorazione propria di un corpo non si produce per la presenza entro la fiamma di tenuissima quantità d'un altro corpo, il quale vi ingenera la tinta sua caratteristica, annullando gli effetti del suo compagno; così i sali di potassa non colorano più la fiamma del cannello in violetto chiaro, quando entro la fiamma medesima si trovi una benchè tenuissima quantità di sale marino. La fiamma in tal caso si mostra gialla, senza che entro alla sua tinta si possa discernere il colore particolare che altrimenti produrrebbe senza fallo il sale di potassa adoperato.

(1) A rendere probabile l'esposta sentenza si aggiunge, che quando i corpi sovra accennati si introducono entro la fiamma alimentata dal cannello, comunicano la colorazione loro particolare alla fiamma esterna (ossidante); e che ad ottenere questo effetto è cosa necessaria che essi siano tenuti immersi entro la fiamma riducente.

Solfo. S = 200.

§. **192.** — Lo studio del solfo presenta molto interesse pel chimico manifattore, non solo per le singolari proprietà delle quali è dotato questo corpo, ma altresì perchè esso si presta nell'esercizio delle arti a così gran numero di applicazioni, che a ragione si disse, essere la consumazione che se ne fa in un paese il termometro dello sviluppamento che vi prese l'industria.

Fortunatamente la natura ha largheggiato nel fornirci di questo importantissimo corpo, e ce lo presenta in gran copia ed in moltissime circostanze, sia isolato, sia allo stato di combinazione.

Infatti s'incontra il solfo *nativo*, allo stato cioè di corpo semplice, nei terreni vulcanici, il più sovente misto con materiali terrosi, talvolta puro e cristallizzato con bellissime forme, siccome avviene nelle solfatare di Napoli e di Sicilia. Meno frequente, ma pur talvolta rinviensi anche isolato nei terreni terziarii, per lo più accompagnato da gesso, da argilla e calce.

Abbondante trovasi il solfo in natura combinato coi metalli, ferro, rame, piombo, argento, zinco, antimonio, arsenico ecc., nei solfuri di questi metalli: trovasi combinato coll'ossigeno allo stato d'acido solforico, e combinato colla barita, la stronziana, ma specialmente colla calce, ed in grandissima copia, onde risultano ammassi considerevoli di quella sostanza, che volgarmente si conosce sotto il nome di gesso, e che tanto utile torna all'arte del costruttore.

Combinato pure coll'ossigeno si presenta il solfo nell'acido solforoso che scaturisce dai vulcani; congiunto coll'idrogeno trovasi nelle acque minerali idrosolforate, nelle quali spesso pure s'incontra combinato coi metalli alcalini allo stato di solfuri solubili; finalmente negli esseri organici animali e vegetali non picciola è la quantità di solfo, sia sotto forma di solfati solubili, sia come elemento di materiali immediati, combinato col carbonio, l'ossigeno, l'idrogeno e l'azoto.

§. **193.** — Il solfo è corpo naturalmente solido, di colore giallo canarino; in natura lo si incontra talvolta rossigno, talaltra verdognolo, il che è per lo più indizio che esso contiene arsenico o selenio.

Il solfo è fragile e facile a ridursi in polvere. Quando è in cristalli è trasparente; in masse amorfe è pellucido.

Il solfo non ha sapore, e non è odoroso se non quando si soffreghi, nel qual caso prende un odore affatto particolare. È cattivo conduttore del calore e dell'elettricità; sottoposto al fregamento, ed alla triturazione, diventa elettrico, e la sua elettricità è resinosa. La sua densità è $= 2,086$.

Il solfo è insolubile nell'acqua, pochissimo solubile nell'alcoole e negli eteri: i suoi scioglienti sono gli olii fissi, gli olii volatili, il solfuro di carbonio. Prendasi olio volatile di trementina, vi si aggiunga solfo, e si porti quindi alla bollizione; il solfo vi si scioglierà; col raffreddamento la maggior parte di esso si separerà, e si presenterà sotto forma di piccoli cristalli prismatici. Egual cosa addiviene quando si lasci a raffreddamento una soluzione fatta a caldo di solfo nell'olio d'olive od altro olio grasso. Più solubile ancora è il solfo nel solfuro di carbonio, da cui separasi per lenta evaporazione sotto forma di eleganti cristalli ottaedrici o regolari e compiuti (*fig.* 160), o modificati.


fig. 160

Importante a conoscersi è il modo con cui si comporta il solfo sotto l'influenza del calore.

Quando stringesi colla mano un bastone di solfo, lo si sente scricchiolare: talvolta dopo breve tempo esso si rompe: questo fenomeno proviene dalla poca facoltà conduttrice del solfo pel calore, onde risulta che la dilatazione si limita al punto riscaldato, il quale si stacca dalla massa circostante non partecipante alla stessa mutazione di volume.

Scaldato a $+110°$ o $111°$, il solfo si liquefa e diventa fluido come l'acqua. Esso conserva frattanto il suo colore giallo chiaro. Se in tale stato si versa entro acqua fredda, esso si rappiglia tosto in una massa opaca e fragile, e dotata di colore giallo.

Se il solfo fuso all'accennata temperatura si lascia lentamente raffreddare, vi si formano cristalli acicolari, i quali partendo dai punti che per i primi soffrono abbassamento di temperatura, si allungano e si diffondono a modo di raggi per la massa liquida, finchè questa tutta è convertita in una congerie di cristalli. Se non si aspetta che la solidificazione siasi compiuta, e se quando già la superficie del vaso è coperta di cristalli se ne decanta la

parte di solfo che è ancor liquida, si ottiene una geode di cristalli regolarmente conformati. L' operazione riesce benissimo tanto in una cassola di porcellana quanto in un crogiuolo. La forma di questi cristalli è quella di un prisma obliquo a base romboidale (*fig.* 161 *b*). Di fresco preparati questi cristalli si mostrano trasparenti ed alquanto flessibili, e tali si conservano per un certo tempo, quindi si fanno opachi ed acquistano una grandissima fragilità: questa loro modificazione è altresì accompagnata da un cangiamento nella forma; i prismi si convertono in una serie di ottaedri obliqui a base romboidale, i quali sono soltanto l'uno all'altro contigui ed hanno debole coerenza (*fig.* 161 *a*).

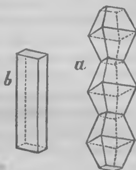


fig. 161

Quando si porti la temperatura del solfo fuso fino a +160°, esso perde la sua liquidità, diventa vischioso e prende una tinta bruna perdendo della sua trasparenza. In questo stato, versato nell'acqua fredda, esso s'indurisce immediatamente e ripiglia il suo color giallo e la sua fragilità. Non così avviene quando il solfo si scaldi fino a +240° o +260°. A questa temperatura esso prende una vischiosità ed una tenacità così manifesta, che il vaso in cui è contenuto si può capovolgere senza che esso se ne distacchi. Così modificato il solfo, abbandonato a lento raffreddamento, perde a grado a grado la tenacità che il calore gli avea impartito; a +110° si fa compiutamente liquido, quindi si solidifica e cristallizza. Non così avviene, se durante ancora l'alterazione di consistenza cagionata dalla temperatura di +240°, il solfo si raffredda subitamente gettandolo in un vaso pieno di acqua fredda; esso allora, a vece di solidificarsi, si converte in una massa trasparente, elastica, flessibile, tenace quasi come la gomma elastica, in cui non si scorge indizio veruno di cristallizzazione. Questa modificazione nello stato d'aggregazione molecolare si conserva per un tempo più o meno lungo, quindi scompare, talchè il solfo si rende nuovamente opaco e fragile.

A temperatura superiore a +260°, il solfo perde della sua tenacità e si fa di nuovo liquido, non tanto però quanto si mostra sotto la temperatura di +110°.

A +400° il solfo entra in bollizione e si converte in un vapore

denso, di colore rosso bruno, il quale col raffreddamento può o liquefarsi o solidificarsi. Egli è naturale che se il raffreddamento non è inferiore a +110°, temperatura della fusione del solfo, la condensazione avrà bensì luogo, ma fornirà solfo liquido: che se il raffreddamento giunge a temperatura inferiore all'accennata, il vapore si troverà rapidamente condotto alla solidità. Egli è in questa seconda circostanza che si ottiene il solfo diviso in polvere sottile, che prende il nome di *fiori di solfo*.

Non passeremo oltre a queste considerazioni senza dire d'una applicazione del solfo, che, sebbene di non grande importanza, merita tuttavia d'essere menzionata, quella cioè per cui esso serve alla riproduzione delle medaglie.

Allorquando vogliasi riprodurre l'impronta in rilievo d'una medaglia metallica, è d'uopo ricavarne un'impronta in incavo col gesso. A tal fine si circonda la medaglia con un cerchio di carta resistente, che vi si fissa intorno col mezzo d'un filo. Posta quindi in posizione orizzontale, vi si versa sopra uno strato d'una poltiglia omogenea e liquida di gesso ben polverizzato e d'acqua, e fatta di fresco. Debbesi aver l'avvertenza che non rimanga sotto il gesso veruna bolla d'aria, il che si ottiene scuotendo leggermente la medaglia tosto che vi si versò la poltiglia. Dopo breve tempo il gesso è solidificato, e si può senza difficoltà distaccare dalla superficie metallica, di cui riproduce in incavo i più sottili ed i più delicati rilievi. Staccato il gesso si lascia seccare, quindi circondato d'un orlo di carta si pone orizzontalmente su di una tavola, se ne unge la superficie con un poco d'olio, e sopra vi si versa del solfo fuso a temperatura alquanto superiore a +110°, perchè non troppo rapidamente si raffreddi, e possa, prima di solidificarsi, penetrare le più sottili incavature della superficie del gesso. Dopo il raffreddamento compiuto non si avrà a far altro che distaccare il solfo dal gesso, l'impronta che esso presenterà sarà la riproduzione esatta della medaglia metallica (1).

(1) Trovasi in molti trattati che il solfo molle, ottenuto col mezzo del pronto raffreddamento del solfo scaldato a + 260°, serve all'uso di riprodurre le medaglie; egli è certo che col solfo così modificato non si può giungere all'intento; basta solo a convincersene il ricordarsi che esso è elastico, e che i corpi elastici non ricevono le impronte.

§. **194**. — Scaldato a + 150° il solfo in contatto dell'aria si accende, brucia con fiamma azzurra e tramanda un odore spiacevole, irritante le vie della respirazione. Vedremo che questo odore non è del solfo, ma di un composto che esso genera con l'ossigeno dell'aria, e che chiamasi acido solforoso.

La combustione del solfo riesce più rapida e più pronta quando si faccia entro gas ossigeno; essa è allora accompagnata da un'elegante fiamma azzurra, ed ha per effetto la formazione di acido solforoso, spesso accompagnato da poco acido solforico, specialmente se l'ossigeno è umido.

§. **195**. — Il solfo, se per un lato è combustibile, per l'altro debbesi pure annoverare tra i comburenti.

Si scaldi su d'una lampada a spirito o su carboni accesi un matraccio in cui siavi del solfo, talchè questo si converta in vapori che riempiscano la capacità del vaso; quindi vi si getti o limatura o torniatura di rame: ogni frammento di metallo che giungerà in contatto del vapore di solfo vi si farà incandescente, presentando il fenomeno d'una vera combustione; il risultamento sarà solfuro di rame. Scaldisi convenientemente limatura di ferro in un crogiuolo, vi si aggiunga quindi del solfo in frantumi; il metallo si farà ad ogni addizione di solfo vivamente incandescente, e si convertirà in solfuro. Questi fenomeni hanno grandissima analogia con quelli che i metalli stessi subiscono nell'ossigeno, e dei quali abbiamo già fatto cenno a suo luogo (§. 45).

§. **196**. **Estrazione del solfo.** — Sebbene molte sieno le materie prime somministrate dalla natura, dalle quali sarebbe possibile estrarre solfo, poche sono tuttavia quelle tra esse che si consacrano a tale operazione industriale, cioè le terre solforose vulcaniche e le piriti di ferro, perciocchè sono queste le sole che abbondino, che ricche siano di solfo, e che lo forniscano per via di procedimenti facili ed economici.

§. **197**. **Trattamento delle terre sulfuree.** — Egli è principalmente nella Sicilia ed a Pozzuoli presso Napoli che si estrae il solfo dalle terre di origine vulcanica; la quantità di questo essenziale alimento dell'industria, che da queste due regioni si estrae annualmente e si versa nel commercio europeo, è approssimativamente di 50 milioni di chilogrammi.

In Sicilia trovasi il solfo in terreni d'origine vulcanica, misto con

gesso, carbonato di calce ed argilla. Questi materiali formano strati, i quali talvolta hanno la spessezza di 10 metri, e contengono da 30 a 50 % di solfo. Si escavano e si lavorano per ottenerne il solfo in 150 regioni incirca che chiamansi *solfatare*, situate principalmente a Cattolica, Girgenti, Licata, Caltanisetta, Centorbi, Lommantino ecc.

Il procedimento che vi si segue non si adatta che a materiali molto ricchi di solfo, ed a località nelle quali scarseggia il combustibile.

Con pezzi di pietra calcare compatta si costruiscono, l'uno accanto all'altro ed in luogo che poco sia dominato dai venti, forni quasi cilindrici, la forma dei quali è rappresentata dalla *fig.* 162. In fondo a ciascuno d'essi si pratica una cavità a modo di crogiuolo. Si caricano questi forni con pezzi di minerale, dei quali alcuni più voluminosi si dispongono a modo di volta sopra il crogiuolo, gli altri si ammonticchiano gli uni sugli altri finchè giungesi alla bocca del forno, dove cuopresi la carica con pezzi minori leggermente compressi. Con un fascio di ramoscelli, dapprima ricoperto di uno strato di solfo, e che acceso si scuote sulla parte superiore della carica, si appicca il fuoco a questa, la quale tosto si accende. Una parte del solfo si brucia, producendo il calore necessario per la fusione della maggior quantità di esso, il quale colando tra i pezzi di minerale, viene a raccogliersi in fondo del forno. Dopo 4 od 8 ore di lavoro, apresi un canaletto *g* collocato nella parte inferiore e laterale del crogiuolo, da cui esce il solfo liquido e si raccoglie entro forma di legno *h* bagnata con acqua. Gli spiragli *ff* sono destinati a fornire aria che alimenti la lenta combustione del solfo.

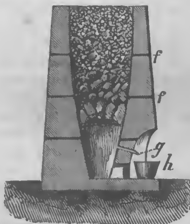


fig. 162

Un uomo può comodamente dirigere 5 o 6 dei forni descritti: al termine di ciascun'operazione si estrae dai forni il residuo terroso, e si fa una nuova carica che si lavora nella stessa guisa. Malgrado che questo modo di procedere cagioni una perdita assai considerevole di solfo, la quantità tuttavia di questo materiale, che in ogni anno si fornisce dalla Sicilia, è di circa 47 milioni di chilogrammi.

A Pozzuoli presso Napoli seguesi un altro procedimento, il quale consiste in una vera distillazione, e debbe considerarsi siccome migliore e più razionale del primo, e da seguirsi sempreché non si abbia assoluto difetto di combustibile.

Il minerale che si lavora a Pozzuoli è una sabbia o cenere, la quale è soggetta ad emanazioni dei terreni vulcanici sui quali si riposa e si carica di solfo sublimato, talchè ne contiene circa 30 %.

Anticamente si adoperava un apparecchio consistente in un forno poco alto e lungo assai, quale si vede nella *fig.* 163, di cui un es-

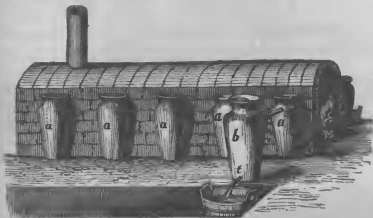


fig. 163

tremo era munito di un cammino, l'altro, aperto, serviva di focolare; nelle pareti fissavansi, nell'atto della costruzione, 10 o 12 vasi di terra *a a*, destinati a ricevere la sabbia solforosa, e collocati per modo che $^2/_3$ parti di essi venissero sottoposte all'azione del calore. Ogni vaso era munito d'un tubo per cui il vapore di solfo portavasi entro un recipiente *b* collocato fuori del forno, in cui esso condensavasi in solfo liquido, il quale per mezzo d'un tubo *t* (1) si versava in un recipiente pieno d'acqua, e quivi si solidificava.

Una tale disposizione presentava alcuni inconvenienti: i vasi distillatori non si riscaldavano uniformemente, quindi facilmente si rompevano: ad ogni operazione era forza demolire gran parte del

(1) Nella figura si sono soppressi, per maggiore chiarezza, tutti i vasi condensatori meno il primo.

forno per estrarre i residui terrosi, e ricostruirlo quindi per una nuova operazione. Il lavoro era perciò intermittente, e dovea cagionare considerevole sciupio di tempo e di combustibile. Alcune poche modificazioni introdotte nella disposizione dei vasi ovviarono a questi inconvenienti. Si conservò al forno la stessa sua forma: i vasi distillatori A A si collocarono su due righe entro la capacità del forno,

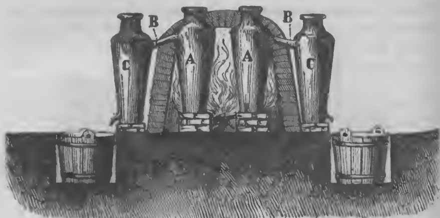


fig. 164

siccome si scorge nella *figura* 164. Essi alla loro parte superiore penetrano attraverso la volta del forno col loro orifizio, chiuso durante la distillazione da un coperchio lutato, che al fine d'ogni operazione si può togliere, talchè liberamente si può estrarre dal vaso aperto il residuo terroso, e gli si può sostituire nuovo materiale da distillarsi. Lateralmente, ed attraverso alle pareti del forno passano i tubi B B, pei quali esce il vapore del solfo, che vien condotto nei vasi condensatori C C, dai quali esso si versa entro recipienti di legno nei quali si consolida.

I vasi distillatori hanno 1 metro circa di altezza: la loro capacità è di circa 20 litri, e si caricano con 20 a 25 chilogrammi di materia solforosa. Ogni vaso (e sono questi in numero di 12) fornisce da 7 ad 8 chilogrammi di solfo per ogni operazione, e perciò il prodotto è pel forno intero di 84 a 96 chilogrammi. Il combustibile è di poco valore, e la sua quantità ascende da 70 ad 80 chilogrammi per ogni operazione.

Le terre già distillate si riportano sul luogo d'onde vennero es-

tratte: esse vi si lasciano per 25 o 30 anni, allo spirare dei quali esse sono atte a fornire una nuova quantità di solfo.

§. **198. Purificazione del solfo.** — Le operazioni, delle quali abbiamo finora descritti i particolari, non forniscono solfo puro. Nel procedimento siciliano il solfo fuso trascina seco parte delle sostanze terrose della matrice; nel procedimento di Pozzuoli il rigonfiamento della materia, che è sottoposta alla distillazione, fa sì che meccanicamente si trascini col vapore di solfo una parte della sabbia o cenere vulcanica, da cui esso è somministrato. Questo prodotto, tuttochè impuro, può servire ad alcune operazioni industriali, come alla fabbricazione dell'acido solforico, dell'acido solforoso ecc.; ma per molti usi esso sarebbe improprio: la quantità di materiali stranieri che esso contiene può ascendere da 2 o 3 a 12 o 15 $^0/_0$. Quindi riesce necessario assoggettarlo a procedimenti di purificazione.

Anticamente solevasi separare il solfo dai materiali stranieri, che vi erano misti, scaldandolo in una caldaia di ferro B (*fig.* 165), collocata in un forno A, fino a perfetta liquefazione, e tenendolo in tale stato finchè col riposo i corpi stranieri si fossero raccolti in fondo. Con un cucchiaio C prendevasi il solfo liquido e si versava entro un recipiente D bagnato con acqua.

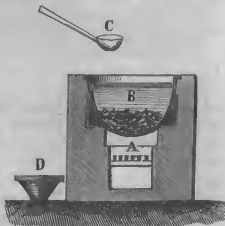


fig. 165

L'operazione della raffinazione si eseguisce ora in un apparecchio, la cui invenzione è dovuta al sig. Michel di Marsiglia, in cui il solfo si separa per via di sublimazione dalle sostanze fisse che lo rendono impuro, ed in cui variando le dimensioni e l'andamento dell'operazione, si può ottenere a volontà ora il solfo in canna ora i fiori di solfo.

Tre parti costituiscono essenzialmente l'apparecchio intero: 1° una caldaia, in cui il solfo si porta a fusione e prova una prima depurazione; 2° un cilindro, in cui il solfo si converte in vapori; 3° una camera, in cui questi si condensano. La descrizione delle *fig.* 166 e 167 renderà bastantemente chiari i particolari di quest'apparecchio e farà comprendere come con esso si ottenga la raffinazione del solfo.

La caldaia di ferraccio P, munita di coperchio, si riempie di solfo greggio. Essa è scaldata a temperatura sufficiente per portare il solfo a perfetta fusione. Ad ottenere questo scopo serve il calore perduto del focolare, su cui si scalda il cilindro A. Alla sua parte inferiore, ed alquanto sopra il suo fondo, è praticata nella sua parete un'apertura, munita di chiave, a cui si unisce un tubo O, il quale è destinato a portare il solfo fuso entro il cilindro evaporatore. Sta entro la caldaia medesima una graticola dinnanzi all'apertura succennata, la quale mentre permette il passaggio al solfo liquido, impedisce che passino con esso nel tubo O i corpi stranieri, che per avventura vi si trovassero ancora sospesi.

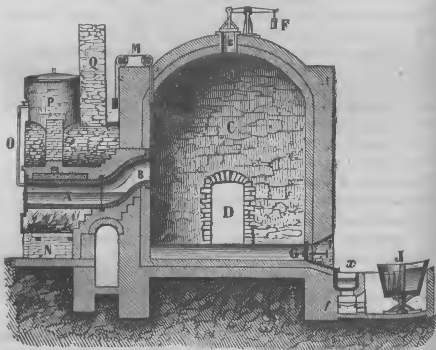


fig. 166

A, è un cilindro di ferraccio di pareti assai spesse, collocato sovra un focolare N. Esso si unisce con chiusura esatta ad un tubo B, piegato a guisa di S, il quale si apre entro la camera C. L'estremo esterno del tubo A è munito di un fondo mobile, il quale ha alla sua parte superiore un foro, in cui si apre il tubo O, che parte dal fondo

della caldaia P. Egli è per questa apertura che si versa nel tubo A il solfo fuso destinato ad essere convertito in vapori.

C, è una camera costrutta con buoni mattoni ben cementati insieme con un misto di calce e sabbia fina; il suo pavimento è costrutto esso pure con mattoni, ed è leggermente inclinato verso G. In questa camera sbocca il tubo B, la cui apertura è munita d'una saracinesca, la quale è legata ad una catena M, che si avvolge sopra due puleggie, ed è munita di un contrappeso che fa equilibrio al peso della saracinesca. Con questa disposizione riesce facile chiudere ed aprire l'orifizio del tubo B, e così stabilire od intercettare la comunicazione di esso colla camera C.

D, è un'apertura munita di una porta di ferro coperta internamente di lastra di piombo; esternamente quest'apertura rimane durante il lavoro chiusa da una muratura provvisoria, che si abbatte quando debba aprirsi la porta per dare accesso all'interno della camera.

Alla parte superiore della camera si osserva un'apertura E, la quale è munita di valvola, che è tenuta quasi in equilibrio dal contrappeso F. Essa è destinata ad aprirsi ogniqualvolta una rapida dilatazione dell'aria contenuta nella camera eserciti una pressione alquanto forte dall'indentro all'infuori, da cui potrebbero soffrir danno le pareti.

G, è un'apertura praticata quasi a livello del pavimento; essa è chiusa da una lastra di ferraccio, in cui è scolpito un foro di 1 centimetro di diametro, che riceve un'asta conica di ferro I, la quale più o meno spinta in esso, lo chiude a volontà o in tutto od in parte. Una lastra pure di ferraccio si trova sottoposta al foro sovraccennato, e conduce il solfo liquido entro un recipiente x pure di ferraccio, collocato su d'un piccol focolare in cui si fa un dolce fuoco, appena sufficiente per mantenere il solfo in istato permanente di fusione.

Da questa descrizione facilmente si comprende come l'operazione proceda. Caricata la caldaia P con solfo greggio, ed introdotta una certa quantità di solfo entro il cilindro A per dare cominciamento alla distillazione, si accende fuoco nel focolare N. Il cilindro A si scalda e tosto comincia l'evaporazione del solfo; frattanto la fiamma perduta del focolare medesimo procede oltre verso il cammino Q, e scalda la caldaia, e vi porta il solfo a compiuta liquidità. A quel punto apresi la chiavetta che stabilisce la comunicazione col cilindro A, sicchè il solfo vi fluisce, e quivi portato a temperatura conveniente vi si evapora. Aperta la saracinesca, e libera rimanendo la

comunicazione tra il tubo B e la camera C, il vapore entra in questa e vi si raffredda.

Da quanto fu detto più sopra si comprende che l'ottenere fiori di solfo o solfo liquido, dipende dal più o meno forte abbassamento di temperatura a cui soggiace il vapore di solfo, la qual cosa si ottiene moderando convenientemente il lavoro. Supponendo che il solfo si liquefaccia nel condensarsi, esso si accumulerà sul fondo della camera; un operaio, aperto il foro G, ne fa fluire il solfo nel sottoposto recipiente x, quindi ne prende con un cucchiaio quanto è d'uopo per riempiere una forma di legno, in cui il solfo si consolida prendendo la forma di un cono. La *fig.* 167 dimostra chiaramente come la forma sia costrutta, e come durante il riempimento l'orifizio inferiore rimanga chiuso da un turacciolo parimente di legno, il quale quando il solfo si solidificò serve a spingerlo fuori della forma. A ciò basta che, presa questa con una mano e tenendola verticalmente, si faccia urtare su d'un corpo duro. In tal guisa il turacciolo si addentrerà nella forma e sforzerà il cono di solfo ad uscirne. Accanto all'operaio che attende a quest'operazione, trovasi il recipiente J, in cui si contiene acqua fredda, e che è sostenuto da un piedestallo a pernio, e può muoversi in giro sovra di esso. Egli è nell'acqua contenuta in questo recipiente che s'immerge la forma ripiena di solfo fuso, per modo che questo prontamente si raffreddi e si solidifichi. A rendere il raffreddamento più rapido giova che l'acqua si vada continuamente rinnovando a misura che si riscalda, e ciò si ottiene dirigendo nel recipiente J un filo d'acqua fredda corrente. L'acqua riscaldata si conduce fuori per un rigagnolo.



fig. 167

La *fig.* 168 indica che due sono i cilindri evaporatori, essi operano alternativamente. Quando il lavoro dell'uno devesi sospendere, s'interrompe la comunicazione tra esso e la caldaia P, e col medesimo tubo O si unisce alla caldaia stessa l'altro cilindro, sotto cui si dirige il fuoco. A chiudere il foro del cilindro che cessa di lavorare, serve un turacciolo d'argilla.

Quando si fabbrichino fiori di solfo, l'estrazione del solfo non si fa che dopo un periodo di tempo determinato, quando cioè siasene accumulata una quantità ragguardevole sulle pareti e sul fondo della camera; allora abbattuto il muro provvisorio, che munisce esterna-

mente la porta D (*fig.* 166), si apre questa, ed un uomo entra nella camera, e procede all'estrazione.

Per lo più i fiori di solfo, che si raccolgono contro la porta, sono umidi, ed hanno una reazione molto acida; è d'uopo separarli dal rimanente prodotto e sottoporli a lavatura, e quindi asciugarli all'aria.

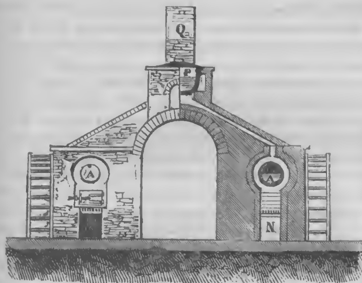


fig. 168

Non è lungo tempo, la raffinazione del solfo facevasi gettando direttamente nel cilindro di ferro A il solfo greggio senza prima sottoporlo alla fusione e decantazione. Da ciò nascevano alcuni inconvenienti, che è utile il ricordare, affine d'apprezzare il valore della disposizione che abbiamo descritta.

Il vapore di solfo facilmente trascinava con sè quantità sensibili di materiali terrosi, i quali rendevano impuro il prodotto: il solfo non essendo essiccato prima d'essere introdotto nel cilindro, somministrava molto vapore acquoso, il quale condensavasi nella camera, e nuoceva principalmente alla bellezza dei fiori di solfo. L'acqua inoltre trovandosi a temperatura elevata in contatto col solfo, generava acido solfidrico, il quale trovandosi nella camera insieme con aria, produceva detuonazioni. A ciò sembra contribuisse ancora la presenza d'una sostanza bituminosa, che Vauquelin indicò nel solfo greggio, e che decomponendosi in contatto del solfo, generava gas combustibili. La necessità di rinnovare la

carica del cilindro faceva sì che il solfo si trovasse sovente in contatto dell'ossigeno dell'aria, sicchè se ne bruciasse una quantità ragguardevole; l'introduzione dell'ossigeno nella camera rendeva molto più frequenti le detuonazioni, le quali talvolta scuotevano violentemente le pareti della camera: finalmente i materiali terrosi accumulati nel cilindro di ferro, vi formavano una crosta, la quale ostava alla pronta diffusione del calore, e faceva sì che le pareti metalliche soggiacessero a temperatura molto elevata, e prontamente si guastassero.

Egli è evidente che l'introduzione del solfo in modo continuo nel cilindro distillatore, dopo averlo portato a $+110°$, e privato nel modo descritto dei materiali stranieri, è un miglioramento notevole nella raffinazione del solfo, e la agevola e la rende più economica e proficua di migliori risultamenti. Con questa disposizione inoltre, se due sono i cilindri distillatori, si può fare che il lavoro sia affatto continuo, poichè quando l'uno si netta dai residui fissi che l'imbrattano, si continua l'operazione sostituendovi l'altro, il che esige soltanto che il fuoco si diriga su questo, e si apra la chiavetta che lo mette in comunicazione colla caldaia.

Coll'apparecchio di raffinazione descritto si possono ottenere a volontà i fiori di solfo ed il solfo fuso da conformarsi in canne. Ecco ciò che a questo proposito l'esperienza ha mostrato.

Con una camera di 16 metri quadrati al pavimento, alta 2,50, distillando 900 chilogrammi di solfo, in 24 ore si ottiene riscaldamento delle pareti della camera alla temperatura di $+120°$, ed il solfo vi si raccoglie liquido da conformarsi in canne.

Se nella stessa camera si raffinano 125 chil. di solfo in estate e 150 in inverno nello spazio di 24 ore, la temperatura delle pareti non si eleva oltre a $+108°$, e si ottengono fiori di solfo. L'operazione in questo caso si continua per 15 giorni, spirati i quali si estrae il prodotto.

Con una camera, la cui capacità sia di 64 metri cubici, distillando 100 chil. di solfo per ora, e lavorando giorno e notte, si ottiene solfo liquefatto da raccogliersi in canna: se la camera ha 320 metri cubici di capacità, e vi si raffinano 100 chil. di solfo per ora, non lavorando che di giorno, si ottengono fiori di solfo.

Nella fabbrica di Grenelle presso Parigi, la raffinazione del solfo si fa in due camere; quella che è destinata a fabbricare solfo in

canna, ha una capacità che è 20 volte quella del cilindro in cui si fa la distillazione; la camera che è destinata a preparare fiori di solfo, ha metri 13,50 di lunghezza, 5 di larghezza e 7,50 di altezza; il lavoro è continuo, e si cessa solo dopo un mese, al qual punto se ne estraggono 18000 chilogrammi di solfo (1).

§. 199. **Estrazione del solfo dalle piriti.** — Dell'estrazione del solfo da questo prodotto naturale diremo in altra occasione, quando cioè terremo discorso della composizione dei solfuri di ferro e delle loro applicazioni.

§. 200. — Il solfo greggio, e quello che venne sottoposto ad imperfetto raffinamento, contengono bene spesso materie terrose, delle quali giova il poter determinare la quantità.

Per tale oggetto basta prenderne una parte esattamente pesata, bruciarla in una cassola di porcellana, e pesare il residuo che esso lascia. Si può altresì prendere una quantità determinata del solfo greggio, e farlo bollire con olio essenziale di trementina; questo liquido scioglie per intero il solfo, lasciando come residuo i materiali stranieri, dei quali si può facilmente determinare il peso.

I fiori di solfo presentano sempre un grado più o meno forte di acidità. A convincersene basta porne alquanto su d'un filtro e ver-

(1) Poniamo qui alcuni particolari estratti dall' ultima edizione dell'opera di Payen, *Précis de Chimie industrielle*, 1851.

Diametro del cilindro distillatore metri 0,5. Lunghezza della porzione orizzontale m. 1,50.

Diametro della caldaia m. 1. Altezza m. 1. Carica di essa 750 a 809 chilogr. di solfo greggio.

Camera, lunghezza m. 7, larghezza m. 5, altezza m. 2,5, capacità 80 m. c. incirca.

Per ottenere solfo in canna si comincia dal riempiere ambidue i cilindri con una carica di 300 chil. di solfo greggio del meno impuro e del più secco, e tosto si fa fuoco sotto un d'essi; si scalda l'altro cilindro quando il solfo del primo è già distillato a metà. Nel primo cilindro, tostochè la carica ne è compiutamente distillata, si fanno fluire 150 litri all'incirca di solfo fuso dalla caldaia.

Ogni distillazione dura 8 ore. Ogni 4 ore pertanto si carica uno dei due cilindri. Si fanno adunque 6 cariche in 24 ore, o si distillano in circa 1800 chil. di solfo. La temperatura della camera si eleva, così operando, sopra 110 gradi, ed il solfo vi si mantiene fuso. L'estrazione di questo cominciasi tosto che esso forma sul pavimento uno strato di 12 a 18 centimetri.

Colla medesima camera si ottengono fiori di solfo riducendo le distillazioni a due sole, perciò a soli 150 chil. in ciascun cilindro ed a 300 chil. per ambidue insieme compresi in 24 ore.

sarvi sopra un po' d'acqua distillata, la quale per questa operazione acquista la proprietà di arrossare la carta di tornasole e di precipitare l'acqua di barita. Questi caratteri dipendono dalla presenza degli acidi solforoso e solforico, che si generarono per la combustione di una parte del solfo nell'atto della sublimazione. Per molti usi tecnici i fiori di solfo acidi sarebbero inetti, ed è perciò per lo più necessario lavarli ripetutamente con acqua prima di adoperarli.

§. **201.**—Chiuderemo la storia del solfo col dire di alcune sue applicazioni. Notissimo è l'uso che si fa di questo corpo nella fabbricazione dei solfanelli. Un fuscello di legno, e presso noi per lo più il fusto del canape denudato della parte fibrosa che naturalmente l'involge, s'immerge per l'uno dei capi nel solfo fuso, il quale vi aderisce e vi si solidifica col raffreddamento. L'uso di questi solfanelli si è quello di procurarci del fuoco: in fatti quando si accosti ad un carbone in ignizione ovvero ad un pezzo d'esca focaia accesa dall'acciarino l'estremo del solfanello coperto di solfo, questo prende fuoco, e trovandosi a contatto colla materia legnosa, l'accende a sua volta. Niun altro corpo fuori del solfo possiede, insieme col buon mercato, così eminenti le proprietà per cui esso serve a quest'applicazione, quelle cioè d'essere solido ed aderire alla fibra legnosa, d'essere inalterabile per l'umidità e le vicende atmosferiche, di non essere fusibile ed accensibile che a temperatura artificialmente prodotta, di accendersi a temperatura non molto elevata ($+150^{\circ}$), d'ardere producendo un calore assai forte per determinare l'accensione del legno, e finalmente di produrre bruciandosi una sostanza gasosa, che sprigionandosi dal luogo dove si generò, lascia a nudo la fibra legnosa portata a temperatura sufficiente perchè in contatto dell'aria si accenda.

In questi ultimi anni la consumazione del solfo s'accrebbe per l'uso introdottosi dei solfanelli a fregamento; diremo a suo tempo della loro fabbricazione, in cui tuttavia l'uso del solfo potrebbe evitarsi.

Il solfo è uno dei componenti della polvere da guerra, di cui terremo discorso dopo avere esposta la fabbricazione del nitro.

Usasi il solfo talvolta per traforare il ferro. Se si scalda a rosso bianco una lastra di ferro, e sopra vi si pone un cilindretto di solfo, il ferro si convertirà in solfuro fusibile là dove è tocco dal solfo, e facilmente si distaccherà lasciando un foro in sua vece.

Serve il solfo a saldare il ferro sulle pietre. Per ciò si adopera un misto di ferro, sale ammoniaco e solfo, che si umetta con acqua e

s'introduce nell'incavo scolpito nella pietra, dopo avervi conficcato il pezzo di ferro che vi si vuol fissare.

Vedremo come il solfo serva alla preparazione dei solfuri metallici ed alcalini, alla preparazione dell'oltremare artificiale, all'imbiancamento della lana e della seta, alla fabbricazione dell'acido solforoso e solforico ecc.

§. **201.** — Quel poco che abbiamo detto intorno al modo di comportarsi del solfo coi metalli, ci fornisce il modo di determinare quale sia l'equivalente di questo corpo. Prendasi una quantità di ferro che sia $=350$, si mescoli con una quantità di solfo $=400$, poscia si scaldi il miscuglio in un crogiuolo in guisa da determinare la combinazione dei due corpi: il prodotto si porti a calore rosso vivo finchè si strugga: si otterrà per prodotto di quest'operazione un composto di solfo e ferro, chiamato protosolfuro di ferro, in cui le 350 parti di metallo saranno unite con 200 parti di solfo. Una metà del solfo impiegato si sarà dispersa in vapori. Il ferro è d'altra parte capace di comporre molti composti con l'ossigeno, tra i quali ve ne ha uno il quale venne già più volte menzionato da noi, ed è il protossido, in cui 350 parti di ferro sono combinate con 100 parti di ossigeno. Nei due composti di ferro, 100 parti di ossigeno e 200 parti di solfo fanno lo stesso ufficio, e saturano compiutamente una medesima quantità di metallo $=350$. Queste due quantità adunque sono equivalenti, e la quantità di solfo espressa dal numero 200 sarà da tenersi come l'equivalente del solfo. Simili considerazioni applicate alle combinazioni del solfo col potassio, col sodio, col calcio, coll'idrogeno ecc. condurrebbero alla medesima conclusione.

Solfo ed Ossigeno.

§. **202.** — Il solfo si combina in molte e svariate proporzioni con l'ossigeno; ne risultano numerosi composti, i quali sono tutti dotati di proprietà acide.

Non è lungo tempo si conoscevano due soli composti di solfo ed ossigeno, l'acido solforico e l'acido solforoso, il primo composto di

$$\begin{array}{ll} \text{1 equiv. di solfo} & = 200 = S \\ \text{3 equiv. d'ossigeno} & = 300 = O^3, \end{array}$$

il secondo risultante da


1 equiv. di solfo $= 200 = S$
2 equiv. d'ossigeno $= 200 = O^2$.

A questi, negli ultimi tempi, se ne aggiunsero altri, i quali se importanti sono per la scienza chimica, poco o nulla conferirono ai progressi dell'industria, e sono:

L'acido iposolforoso	S^2O^2
L'acido iposolforico	S^2O^5
L'acido iposolforico monosolforato o tritionico .	S^3O^5
L'acido iposolforico bisolforato o tetrationico .	S^4O^5
L'acido iposolforico trisolforato o pentationico .	S^5O^5
E l'acido tetrapentationico recentemente scoperto da Ludwig	S^9O^{10}.

Noi non ci occuperemo che dei due primi acidi, il solforoso ed il solforico: parleremo a suo tempo dell'acido iposolforoso, essendochè combinato colla soda forma un sale, l'iposolfito di soda, che adoprasi in assai grande quantità nella daghereotipia.

Acido Solforoso. $SO^2 = 400$.

§. **203**. — Abbiamo già detto che allorquando si brucia solfo nell'aria atmosferica o nell'ossigeno, otteniamo un composto d'un odore pungente e soffocante. È facile il provarne l'acidità. Si accenda un pezzo di solfo collocato in una cassolina appesa ad un'asta metallica, e s'introduca in un pallone che contenga gas ossigeno ben secco. Compiuta la combustione, si versi poca acqua nel pallone, ed in esso si agiti; essa prenderà un sapore acidetto astringente, ed acquisterà la proprietà di arrossare sensibilmente la tintura di tornasole.

Se noi facciamo l'operazione entro una campanella di vetro e sul mercurio, con una quantità determinata di gas ossigeno, vedremo che il volume di questo non soffre mutazione veruna per la sua conversione in acido solforoso.

Oltre a ciò, se cerchiamo in qual ragione di peso si uniscano il

solfo e l'ossigeno nel formare l'acido solforoso, troviamo che 200 del primo, ossia 1 equivalente, prendono 200 del secondo, ossia 2 equiv.

La composizione dell'acido solforoso si dovrà adunque esprimere colla formola SO^2.

Dalle cose dette risulta che possiamo procurarci acido solforoso, bruciando solfo o nell'aria o nell'ossigeno puro: volendo però riconoscere le proprietà di questo corpo, noi non ce lo procureremo nè coll'un metodo nè coll'altro: il primo ci somministra un prodotto misto con gas azoto; il secondo sarebbe troppo costoso.

Molti sono i modi coi quali possiamo prepararci acido solforoso puro: diremo di alcuni che sono i più semplici ed i più seguiti.

Tra i prodotti naturali del regno minerale annoverasi un composto di manganese e di ossigeno, detto biossido di manganese, il quale risulta dalla combinazione di 1 equiv. di manganese =344, e 2 equiv. d'ossigeno ossia 200, e la cui composizione si esprime colla formola MnO^2 (1).

Si prendano 6 parti di queste minerale puro e ridotto in polvere, e vi si mescoli 1 parte di solfo polverizzato o di fiori di solfo. S'introduca il miscuglio in una stortina (*fig.* 169), a cui sia adattato un

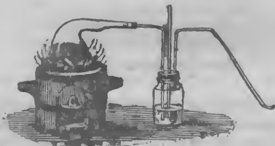
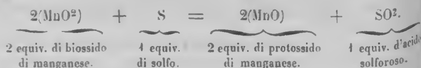


fig. 169

tubo ricurvo, che s'immerga in una bottiglia a tre colli contenente poca acqua, munita di tubo di sicurezza e di un tubo abduttore, col mezzo di cui si possa raccogliere il prodotto gasoso che si ottiene dall'operazione. Si scaldi la storta: il solfo ed il biossido di manganese reagiranno per modo che, mentre il metallo verrà condotto a minor grado d'ossidazione, perdendo $^1/_2$ del suo ossigeno, il solfo

(1) Le nostre Alpi forniscono di questo minerale in più luoghi, specialmente nelle valli di S. Marcello (Valle d'Aosta e di Lanzo).

verrà bruciato da questo medesimo ossigeno, e sarà convertito in acido solforoso.



$$2(MnO^2) + S = 2(MnO) + SO^2.$$

2 equiv. di biossido di manganese.	1 equiv. di solfo.	2 equiv. di protossido di manganese.	1 equiv. d'acido solforoso.

Al biossido di manganese si potrà sostituire l'ossido nero di rame.

Più frequentemente si prepara l'acido solforoso, facendo bollire acido solforico concentrato con torniatura di rame. L'operazione si fa in un matraccio collocato sur un fuoco di carboni (*fig*. 170).

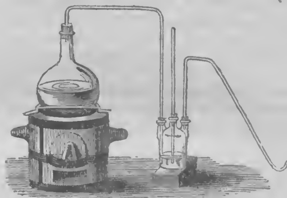
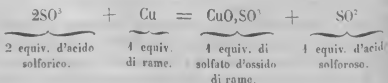


fig. 170

L'acido solforico composto di solfo, 1 equiv., ed ossigeno, 3 equiv., sotto l'azione del calore si decompone, cede $^1/_3$ del suo ossigeno al metallo, e si converte in acido solforoso SO^2, che si sprigiona sotto forma gasosa; il metallo ossidato si combina coll'acido solforico non decomposto. La reazione si esprime con quest'equazione:



$$2SO^3 + Cu = CuO,SO^3 + SO^2$$

2 equiv. d'acido solforico.	1 equiv. di rame.	1 equiv. di solfato d'ossido di rame.	1 equiv. d'acido solforoso.

Al rame si può sostituire il mercurio.

§. **204.** — L'acido solforoso è gasoso nel suo stato naturale, incoloro, dotato di un odore soffocante, che irrita le narici e la trachea.

e promuove la tosse; il suo sapore è acido ed astringente; alla pressione ordinaria si liquefa sotto un raffreddamento di —10°: a +15° la sua liquefazione può ottenersi col mezzo d'una pressione di 2 atmosfere. Secondo le esperienze di Faraday, si solidifica a —76°. Liquefatto, bolle al di sopra di —10°, ed evaporandosi produce un freddo intenso, che può giungere a —50° o —60°.

Per ottenere l'acido solforoso liquido, si conduce questo gas ottenuto col metodo sovr' indicato e ben secco entro un matracciuolo che si tiene diligentemente raffreddato con un miscuglio di ghiaccio e sale. L'acido condensato è liquido, incoloro, di odore soffocantissimo, nè si conserva liquido che in quanto la sua temperatura non si eleva al di sopra di —10°. Versandone una piccola quantità in un bicchiere contenente un poco d'acqua, determina immediatamente questa a rappigliarsi in ghiaccio.

§. 205. — L'acido solforoso è nel numero dei più pesanti, poichè 1 litro di esso pesa gr. 2,848. Esso non può servire alla respirazione, sebbene si possa considerare come innocuo, se misto con gran copia d'aria atmosferica; esso non è solo nocivo all' uomo, ma agli insetti altresì, i quali per lo più muoiono quando trovinsi in un' atmosfera che ne contenga una ragguardevole proporzione. Esso nuoce puranche alle piante, le cui foglie quando vengono sottoposte alla sua influenza, ingialliscono e cadono. Le officine chimiche perciò, dalle quali si sprigiona molto acido solforoso, debbono considerarsi come perniciose all'agricoltura.

L'acido solforoso non alimenta la combustione. Una candela accesa vi si spegne. In questa proprietà dell'acido solforoso troviamo la ragione per cui, quando si accenda la fuligine in un cammino, giovi gettare sul focolare una buona quantità di solfo, e chiudere tosto l'apertura del cammino. L'acido solforoso, che generasi dalla combustione del solfo, come contrario alla combustione, arresta l'incendio nei suoi progressi, e lo spegne.

L'acido, di cui discorriamo, è solubile nell'acqua, la quale ne può sciogliere 50 volte il suo volume. Così saturata di questo gas, essa ne prende i caratteri d'acidità, di sapore e di odore, e le proprietà chimiche. L' azione del calore ne sprigiona tutto l'acido allo stato di gas.

Per preparare la soluzione acquosa di acido solforoso adoprasi l'apparecchio di Wolf (*fig.* 171). Il pallone si riempie fino ad $^1/_4$ circa

della sua capacità con frantumi di carbone ben secco, su cui si versa tanto di acido solforico concentrato che basta per farne una pasta liquida. Nella prima bottiglia si pone poca acqua per lavare il gas: nella seconda e nella terza si pone acqua distillata da saturarsi d'acido solforoso, e finalmente in un'ultima bottiglia si pone latte di calce destinato ad arrestare l'eccedente acido solforoso, che non assorbito dall'acqua, si spanderebbe nell'atmosfera del laboratorio.

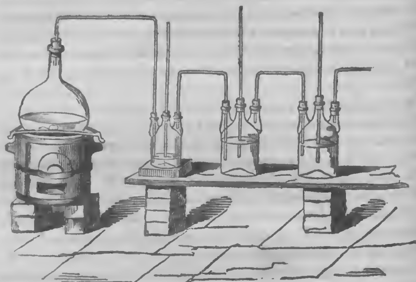
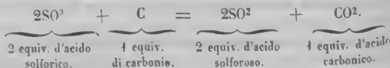


fig. 171

All'ultima bottiglia si può sostituire un bicchiere alto e pieno di latte di calce o di soluzione di carbonato di potassa. Questa precauzione è inutile quando il laboratorio abbia un fornello in cui si possa determinare un buon tirante d'aria, nel qual caso dalla terza bottiglia si porta per mezzo di un tubo l'acido eccedente nel fornello da cui viene aspirato ed eliminato.

L'acido solforico reagendo sul carbone, si cangia in acido solforoso, perdendo $^1/_3$ del suo ossigeno, che combinato col carbonio produce acido carbonico.



$$\underbrace{2SO^3}_{\text{2 equiv. d'acido solforico.}} + \underbrace{C}_{\text{1 equiv. di carbonio.}} = \underbrace{2SO^2}_{\text{2 equiv. d'acido solforoso.}} + \underbrace{CO^2.}_{\text{1 equiv. d'acido carbonico.}}$$

Si sprigiona adunque dal pallone un miscuglio d'acido solforoso e d'acido carbonico: però il secondo è meno solubile del primo, ed allo sciogliersi di questo l'acido carbonico viene discacciato, e se rimane in piccola quantità sciolto nell'acqua, non impedisce che questa presenti tutti i caratteri d'una soluzione d'acido solforoso.

L'acido solforoso è un acido mediocremente energico: esso si combina colle basi formando sali, i quali con nome generico chiamansi *solfiti*; decompone i carbonati scacciandone l'acido carbonico; gli acidi solforico, cloridrico ecc. lo scacciano dalle sue combinazioni; in tal caso esso si sprigiona con effervescenza allo stato di gas, riconoscibile ai suoi caratteri di odore e di reazioni chimiche. Come gli acidi arrossa la tintura di tornasole, ma quindi la tinge in colore pagliarino.

In contatto dell'ossigeno, alla temperatura ordinaria, ed anche ad elevata temperatura, se non concorra l'azione di qualche corpo poroso, esso non soffre alterazione di sorta. Se il misto dei due gas è umido, esso si combina benchè lentamente con l'ossigeno; ne risulta acido solforico. Questa mutazione si opera puranche nella soluzione d'acido solforoso ogniqualvolta il vaso che la contiene si lascia aperto; in tal caso gran parte dell'acido solforoso si disperde, una piccola parte si cangia in acido solforico e si rinviene nella soluzione, la quale prende per ciò una reazione acida schietta.

L'acido solforoso debbe adunque considerarsi come un corpo avido di combinarsi con nuovo ossigeno: non ci stupirà perciò se esso opera come riducente sopra alcuni corpi ossidati.

Si versi una soluzione d'acido solforoso in una soluzione d'acido cromico, si vedrà rapidamente al colore rosso elegante dell'acido cromico succedere un colore verde proprio dei sali a base d'ossido di cromo.

La stessa cosa avviene in una soluzione d'acido permanganico, in cui l'acido solforoso determina una compiuta decolorazione.

§. **206**. — Coll'azione riducente dell'acido solforoso si collega la sua azione distruggitrice sopra molte materie coloranti d'origine organica. Abbiamo già accennato come nella tintura di tornasole esso produca dapprima un arrossamento, quindi la tinga in giallo chiaro. La tintura di campece, il vino, il succo di ciliegie ed altre simili materie coloranti dei vegetali ne vengono compiutamente decolorate.

Una rosa rossa od una viola immerse in una soluzione d'acido

solforoso vi si decolorano e s'imbiancano. Non sembra tuttavia che la prima azione dell'acido solforoso sia la distruzione della materia colorante per operata deossidazione: pare che sul primo suo agire esso si combini colla materia stessa non alterata, e che la deossidazione non sia che un fenomeno secondario. Infatti nella soluzione di tornasole decolorata dall'acido solforoso, poche gocce d'acido solforico ripristinano la tinta rossa, quale sarebbe la tinta del tornasole modificato dagli acidi; una rosa scolorata dall'acido solforoso, si colora nuovamente in rosso se tosto s'immerga in un'acqua acidulata d'acido solforico.

La seta e la lana greggia s'imbiancano esse pure sotto l'azione dell'acido solforoso. Vedremo tra poco quali sono le applicazioni che derivano da questi fatti.

Complicata e degna di studio particolare è l'azione che esercita l'acido di cui discorriamo sui composti ossigenati dell'azoto: tratteremo quest'argomento discorrendo della fabbricazione dell'acido solforico.

§. **207**. — La proprietà decolorante dell'acido solforoso torna di grande utilità nell'arte tintoria per l'imbiancamento delle sostanze di origine animale. La lana, la seta, le membrane animali non si potrebbero sottoporre agli agenti d'imbiancamento, alle soluzioni di potassa o di soda, od al cloro, ai quali con vantaggio si ricorre ogni qual volta si tratti di sostanze vegetali; le sostanze animali non reggono all'azione prolungata degli alcali, ed il cloro non le imbianca od imbiancandole le altera: esse però non vengono guaste nè punto nè poco dall'acido solforoso, il quale perciò diventa il mezzo il più opportuno pel loro imbiancamento. La maniera più comune di procedere per quest'uopo consiste nell'umettare con acqua le stoffe o le matasse di lana o seta che vogliansi imbiancare, e sospenderle a pertiche o funi disposte convenientemente in una camera che possa venir chiusa perfettamente, la quale dai Francesi chiamasi *soufroir*, e che noi diremo *solforatoio*, in cui s'introduce un recipiente di terra o di ferraccio contenente solfo; questo si accende, e chiuse tutte le aperture della camera, vi si lascia ardere. L'acido solforoso generato dalla combustione del solfo, si spande nell'area della camera, involge e penetra le materie da imbiancarsi, e ne distrugge la sostanza che le colora: dopo 24 ore si apre la camera, si lascia che spontaneamente vi si rinnovi l'aria e ne venga discacciato l'acido solforoso,

quindi si estraggono le materie imbiancate, le quali si lavano e vengono quindi se occorre sottoposte alle operazioni della tintura.

Quando è picciola la quantità di stoffe da imbiancarsi, alla camera accennata si sostituisce una cassa di legno, le cui giunture sieno ben chiuse, ed in cui si procede nella stessa guisa.

Questo modo di operare, benchè economico, ha tuttavia gravi inconvenienti. In sul principio dell'operazione, tosto che svolgesi acido solforoso, e per la combustione del solfo si eleva la temperatura del solforatoio, una parte dell'aria in questo contenuta, e già carica d'acido solforoso, ne esce e si spande nell'atmosfera, sicchè il vicinato ne prova disagio. Maggiore quantità d'acido solforoso si diffonde nell'aria circostante, quando, terminato l'imbiancamento, si apre il solforatoio per poi estrarne le materie imbiancate.

Il sig. Darcet, il quale nella sua lunga carriera scientifica diresse specialmente i suoi lavori a procurare la salubrità degli opifizi, propose un modo di costruzione pei solforatoi, collocati specialmente nelle città, col cui mezzo gli accennati inconvenienti si eviterebbero senza difficoltà.

Le *figure* 172 e 173 rappresentano lo spaccato e la pianta del solforatoio di Darcet. Esso è una camera A di grandezza proporzionata alla quantità degli oggetti che si debbono imbiancare; E, è una porta che chiude esattamente; nella sua parte inferiore trovasi un'apertura G chiusa con una saracinesca che può a volontà innalzarsi ed abbassarsi; nella parete opposta, ed alquanto più alta, trovasi un'altra apertura F, chiusa essa pure da una saracinesca, che può alzarsi ed abbassarsi a volontà col mezzo della fune L L, che avvolta su due pulegge pende alla parte esterna del solforatoio. L'apertura F comunica colla canna d'un cammino D, entro la quale penetra il tubo M di una stufa B, in cui si può accender fuoco per determinare nella canna D una corrente d'aria ascendente. N è una chiave o registro col cui mezzo si può moderare a volontà il tirante d'aria e la rapidità della combustione. Le finestrine K ed I permettono di vedere nell'interno dell'apparecchio il progresso dell'operazione che vi si eseguisce. Il cammino D deve innalzarsi a qualche metro di altezza sopra l'abitato circostante, ed essere interamente costrutto in muratura, perciocchè qualunque armatura metallica che vi si ponesse, verrebbe prontamente alterata dall'acido solforoso.

È facile il comprendere in qual modo si proceda con quest'appa-

recchio. Collocate le stoffe in esso come in un solforatoio comune, vi s'introduce il solfo acceso contenuto in un vaso di ferro C, quindi si chiude la porta E, e si abbassa la saracinesca G mentre si tiene leggermente aperta la porticina F, perchè possa uscire dal solforatoio l'aria che ne eccede la capacità a cagione della sua dilatazione. Dopo qualche tempo si chiude anche quest'apertura, e si lascia che la combustione del solfo e l'imbiancamento procedano fino al loro termine.

Quando si giudica opportuno estrarre le materie imbiancate, si accende un buon fuoco nella stufa B, e tostochè si ha per tal modo stabilita una corrente d'aria ascendente nella canna D, si apre la saracinesca dell'apertura F e contemporaneamente la saracinesca G.

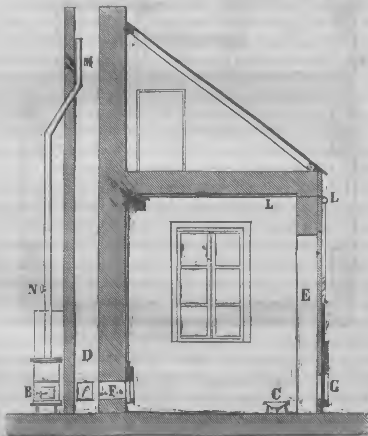


fig. 172

Per questa guisa l'acido solforoso viene attratto nella canna D e disperso nell'atmosfera, e per l'apertura G sottentra ad esso aria pura

e respirabile, talchè dopo qualche tempo si può aprire la porta, e gli operai possono senza disagio estrarre dal solforatoio le materie imbiancate.

La *figura* 173 rappresenta la pianta del grande solforatoio A descritto, ed insieme di due altri piccoli solforatoi *a a*, nei quali le lettere *f f* indicano le aperture colle quali essi comunicano colla canna del cammino D. *e e*, indicano le porte per le quali si penetra in essi per introdurvi le materie da imbiancare, o per estrarle; *g g* le aperture a saracinesca corrispondenti all'apertura G del grande solforatoio.

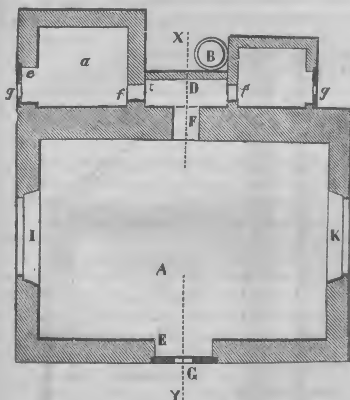


fig. 173

Quando un simile apparecchio si stabilisca in un opificio in cui si trovi un focolare d'una caldaia, od un altro in cui si faccia continuo fuoco, si potrà trarne partito per l'eliminazione dell'acido solforoso, ponendo l'apertura F in comunicazione col cammino per cui si eliminano i prodotti della combustione.

L'imbiancamento delle sete e delle lane col mezzo dell'acido solforoso allo stato di gas, benchè sia quasi generalmente seguito, non manca tuttavia d'inconvenienti; infatti egli è chiaro che le materie che trovansi più prossime al recipiente che contiene solfo, debbono provare gli effetti d'un'elevazione di temperatura, a cui non soggiacciono quelle che ne sono lontane; ed inoltre, siccome prossime alla sorgente dell'acido solforoso, debbono più prontamente imbiancarsi e talvolta anche esserne alterate, mentre le altre non hanno ancora subito un compiuto imbiancamento. Inoltre non è raro che sulla materie imbiancate si deponga una certa quantità di solfo sublimato, onde esse rimangono imbrattate. Per queste ragioni sarebbe utile che invece dell'acido solforoso gasoso si adoperasse una sua soluzione nell'acqua.

Si potrebbe altresì e con maggiore vantaggio adoperare la soluzione dei solfiti alcalini con l'addizione d'acido solforico allungato. La preparazione degli accennati solfiti è facile e non cagiona spesa molto considerevole d'apparecchi, siccome vedremo a tempo opportuno.

Qualunque sia la soluzione che si adoperi, sia essa d'acido solforoso o di un solfito, dovrassi sempre considerare più conveniente che l'acido solforoso gasoso per la regolarità con cui le materie se ne imbevono, e per la maggiore facilità con cui se ne può moderare l'azione usando soluzioni più o meno concentrate.

§. **208.** — L'acido solforoso adoprasi frequentemente a togliere le macchie che sulle stoffe bianche lasciano i sughi vegetali colorati, come il sugo di ciliegie, d'uve ecc. La macchia essendo ancora umida stendesi orizzontalmente la tela; e sotto di essa si abbrucia alquanto solfo; l'acido solforoso che si produce viene a contatto della materia colorante e la distrugge. È d'uopo por mente che là dove si tolse la macchia, è rimasto aderente acido solforoso, che per la deossidazione della materia colorante e per assorbimento d'ossigeno dall'aria si converte in acido solforico, il quale può ledere la resistenza dei fili della tela. Quindi alla decolorazione giova far succedere prontamente la lavatura con acqua leggermente alcalina per addizione di un po' d'ammoniaca.

§. **209.** — L'acido solforoso è un mezzo sommamente efficace per la distruzione degli insetti. In un'atmosfera che ne sia carica i tarli, le cimici ed altri così fatti molesti e nocivi abitatori delle

nostre case muoiono prontamente. Quindi se questi vogliansi distruggere in una camera o nei mobili di essa, è d'uopo accendere in questa una quantità sufficiente di solfo, e chiuderne quanto è possibile le aperture, e così lasciarla per 24 ore. L'acido solforoso, perchè gasoso, penetra in tutti i fori, in tutte le fessure nelle quali gli insetti si annidano, e quivi li estingue, non risparmiandola neanche alle loro uova ed alle loro larve. In una camera in cui si faccia quest' operazione si possono lasciare senza timore le biancherie, ma debbono esserne rimosse le stoffe a colori, le quali ne sarebbero in tutto od in parte decolorate. È pure necessario che terminata la solforazione si lavino al bucato o col mezzo di una soluzione alcalina le biancherie, perchè non vengano corrose dall'azione dell'acido solforico, il quale o si generò nella combustione del solfo, o si produsse per conseguente ossidazione dell'acido solforoso. Gioverebbe allo stesso scopo il versare sul pavimento una soluzione satura d'ammoniaca nell'acqua; per essa si empirebbe l'atmosfera della camera di gas ammoniacale, che saturerebbe gli acidi solforoso e solforico, e ne toglierebbe la nociva influenza sopra i tessuti.

§ 210. — L'acido solforoso adoprasi puranche nei lazzaretti e nei bastimenti come mezzo di disinfezione degli oggetti provenienti da luoghi sospetti di malattie contagiose.

Un'applicazione importante di questo corpo si è la cura delle scabbie: l'esperienza ha dimostrato che questa malattia, la cui causa [redacted] e un animaluccio microscopico che si annida nei tegumenti dell'uomo e vi cagiona le pustole scabbiose, si risana prontamente quando l'infermo si esponga a fumigazioni di acido solforoso. Il signor Darcet ha proposti ingegnosi e semplici apparecchi coi quali si può esporre un infermo di scabbie all'azione dell'acido solforoso su tutta la superficie del corpo, meno il capo, talchè egli non venga a respirarne la benchè minima parte, e non ne provi perciò verun disagio. Questo argomento riguarda l'igiene pubblica, e perciò non ne facciamo che questo brevissimo cenno; chi volesse averne più ampia notizia potrà ricorrere alla collezione delle memorie di Darcet (1).

(1) *Collection de Mémoires relatifs à l'assainissement des ateliers, des édifices etc., publiées par* J. P. J. Darcet; Paris 1843.

§. **211.** — L'acido solforoso si adopera affine di sospendere la fermentazione dei liquidi zuccherini. Pongasi in una botte il succo delle uve recentemente espresso, e vi si abbandoni a se stesso; in breve tempo vi si determinerà quella mutazione chimica che lo converte in vino e che chiamossi fermentazione vinosa. La stessa botte si riempisca di mosto, ma non compiutamente, per modo che vi rimanga presso al tappo uno spazio vuoto di liquido; in questo spazio s'introduca dell'acido solforoso, bruciandovi una sufficiente quantità di solfo in un cucchiaio; si chiuda quindi la botte esattamente ponendo il tappo e lutandolo. La fermentazione non avrà più luogo. Vedremo nella chimica organica, che la fermentazione ha bisogno d'ossigeno, e che è impedita da quei corpi che sono avidi di questo elemento. Lo stesso intento si ottiene aggiungendo al mosto un po' di solfito di calce, e chiudendo quindi la botte: gli acidi che naturalmente si contengono nel succo delle uve decompongono il solfito e ne sprigionano l'acido solforoso.

§. **212.** — L'equivalente dell'acido solforoso è eguale a 400; esso risulta da

1 equiv. di solfo $= 200 = S$
2 equiv. d'ossigeno $= 200 = O^2$.

Diciamo essere questo l'equivalente dell'acido solforoso, perchè è questo il peso che se ne richiede per comporre un solfito neutro con una quantità d'un protossido che contenga 100 di ossigeno.



ACIDO SOLFORICO. $SO^3 = 500$.

§. **213.** — L'acido solforoso può starsi in contatto coll'ossigeno secco a temperatura qualunque, senza dimostrare per esso veruna affinità; ma in presenza di corpi porosi, quali sono il platino spugnoso, la pomice, e sotto l'influenza d'una temperatura alquanto elevata, esso si combina coll'ossigeno e forma un nuovo composto, il quale si può considerare o come risultante da acido solforoso 1

equiv., ed ossigeno 1 equiv., o da solfo 1 equiv. ed ossigeno 3 equiv. Questo composto chiamasi acido solforico.

L'esperienza della diretta combinazione dell'acido solforoso con l'ossigeno fu fatta per la prima volta da Kuhlmann. Essa si può eseguire nel modo seguente (*fig.* 174). Entro un piccol forno di lastra

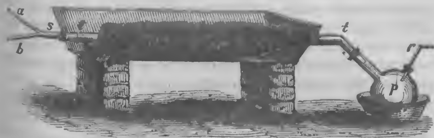


fig. 174

di ferro si colloca un tubo di vetro refrattario *t t*, in cui s'introdusse un buon dato di platino spugnoso. Con uno dei suoi estremi il tubo *t* si unisce ad un altro tubo *s*, il quale si biforca in due tubi minori *a* e *b* comunicanti l'uno con un palloncino da cui si svolge acido solforoso, l'altro con un gasometro pieno di gas ossigeno, e che si essicca col mezzo di cloruro di calcio. L'altro estremo del medesimo tubo *t* si curva in giù e s'introduce entro il collo d'un palloncino di vetro P, tubulato, ed alla cui tubulatura si adatta una cannuccia di vetro *r* che si apre, vuoi fuori d'una finestra, vuoi sotto un cammino munito di buon tirante. Le giunture che uniscono il pallone P coi tubi *t* ed *r*, sono chiuse col mezzo di amianto compresso, e coperte di lamina sottile di piombo. Il pallone si tiene coperto di neve o di ghiaccio. Disposto l'apparecchio si scalda moderatamente il tubo *t*, e contemporaneamente vi si fanno giungere i due gas, ossigeno ed acido solforoso : non appena trovansi essi in contatto del platino spugnoso, si scorge questo circondarsi di denso fumo bianco, il quale spinto dalla corrente gasosa viene nel pallone P, e vi si condensa sotto forma d'una crosta cristallina bianca che è l'acido solforico. In questo fatto come in molti altri che già abbiamo osservati o che ci verrà fatto di osservare nel progredire in questi nostri studi, apparisce chiara l'influenza della condensazione dei gas operata dai corpi porosi, la quale avvicinando le loro molecole e riducendoli a maggiore

intimità, per dir così, ne agevola o ne determina la combinazione.

L'acido solforico che così si ottiene ha la composizione che gli abbiamo assegnato da principio, di solfo 1 equiv. = 200, ossigeno 3 equiv. = 300; esso dicesi acido solforico anidro, per differenziarlo da altri composti, i quali debbono considerarsi siccome combinazioni di questo con acqua. Infatti il commercio fornisce un acido che chiamasi acido solforico glaciale o di Nordhausen, il quale si può considerare come un misto d'acido solforico anidro e d'acido solforico combinato con un equivalente d'acqua, SO^3+SO^3,HO; ed un altro che chiamasi acido solforico inglese, olio di vetriolo degli antichi, che è una combinazione d'acido solforico con un equivalente d'acqua, SO^3,HO; i chimici conoscono un acido ancora, in cui 1 equivalente d'acido anidro è combinato con 2 equivalenti d'acqua, $SO^3,2HO$.

§. **214**. — Dall'ispezione delle allegate formole dei varii acidi si comprende che se con un procedimento facile ed economico si giungesse a produrre quantità considerevoli d'acido solforico anidro, sarebbe facile il procurarci a volontà gli altri acidi più o meno idratati. Allorquando Kuhlmann riconobbe la facilità con cui, mediante il platino spugnoso, si può combinare l'acido solforoso con l'ossigeno, pensò che questo modo di sperimentare sarebbe presto divenuto un procedimento industriale. Era d'uopo procurarsi l'ossigeno dall'aria atmosferica, e l'acido solforoso colla combustione del solfo. Procedendo per questa via egli riconobbe 1° che la reazione tra l'acido solforoso e l'ossigeno non si fa in modo conveniente, se i due gas non sono dapprima privati d'umidità. 2° che i corpi stranieri, che l'acido solforoso seco trascina, venendo a deporsi sul platino spugnoso, ne otturano i pori. 3° Che inoltre il platino pel lungo uso perde la sua attività.

In una sua memoria il sig. Schneider fece conoscere che il platino spugnoso non è il solo corpo poroso, che valga a determinare la combinazione dell'acido solforoso coll'ossigeno, ma che a tale oggetto basta la pomice riscaldata a temperatura conveniente, e che non è necessario per ottenere la combinazione che i gas sieno secchi, la presenza dell'umidità limitandosi soltanto a dare un prodotto misto d'acido solforico anidro e d'acido idratato. Abbiamo noi stessi ripetuto l'esperimento di Schneider, colla precauzione di essiccare l'aria che dovea fornire l'ossigeno, ed abbiamo di fatto, col solo intervento della pomice, ottenuto acido solforico anidro cristallizzato. Aspettiamo

ulteriori notizie intorno ai vantaggi che questo modo di fabbricazione può presentare venendo applicato all'industria (1).

§. 315. — La combinazione diretta dei due accennati gas per formare l'acido solforico anidro non è nè economica, nè per ora suscettibile di fornire grandi quantità di prodotto. Quando si voglia preparare acido solforico anidro in quantità alquanto considerevole, gioverà aver ricorso al seguente modo di procedere.

Si prende solfato di soda e vi si aggiunge tanto olio di vitriolo concentrato che basti a convertirlo in bisolfato di soda; questo sale è composto da 1 equiv. di solfato di soda anidro, e da 1 equiv. d'acido solforico idratato, e la sua composizione si esprime dalla formola NaO,SO^3+SO^3,HO. Si sottopone questo sale all'azione del calore, in un crogiuolo di platino, finchè sia liquido in fusione tranquilla, e cominci a tramandare fumi bianchi. A questo punto il sale ha perduta tutta l'acqua che conteneva, e si compone solo di 1 equivalente di solfato di soda neutro e di 1 equivalente di acido solforico anidro, NaO,SO^3+SO^3. Si pone questo sale in una storta di vetro lutata, o di *grès* o porcellana, e si distilla, raccogliendo i vapori in un apparecchio refrigerante. L'azione del calore decompone il bisolfato, e lo porta a non essere più che solfato neutro di soda, scacciandone l'acido solforico eccedente, che viene a condensarsi nel recipiente raffreddato.

§. 316. **Caratteri dell'acido solforico anidro.** — Questo corpo è solido alla temperatura ordinaria, e tale si conserva fino a +25°, alla quale temperatura si evapora con grande rapidità. Quando i suoi

(1) Recentemente il sig. Mahla intraprese alcune ricerche sovra la combinazione diretta dell'acido solforoso e dell'ossigeno. Citiamo il seguente brano del breve articolo che egli fece inserire nel giornale *Le Technologiste*, N° 151, 1852, mese di aprile.

Scaldando in tubo di vetro l'ossido di rame, o di ferro, o di cromo, e facendo passare entro il medesimo tubo una corrente di un misto di acido solforoso e di ossigeno, si ottiene immediatamente una densa nuvola di vapori d'acido solforico. Un miscuglio d'ossido di rame e d'ossido di cromo preparato per precipitazione, opera nelle circostanze medesime con un'energia tutta particolare. Una sola e medesima quantità di questo miscuglio d'ossidi sembra capace di trasformare in acido solforico delle quantità indefinite del miscuglio di gas acido solforoso e di ossigeno, e la formazione dell'acido solforico si opera con tanta facilità, ed in tale quantità, da indurre a credere che di tal modo d'azione si possa fare una pratica applicazione.

vapori si condensano per raffreddamento, prendono una forma cristallina a modo di aghi bianchi, flessibili, disposti a raggi.

Il calore rosso decompone i vapori d'acido solforico anidro, e li risolve in ossigeno ed in acido solforoso: egli è per questa ragione che ogniqualvolta si tenti la combinazione dell'ossigeno con l'acido solforoso, converrà evitare il calore rosso, perciocchè i due gas non si potrebbero combinare sotto l'influenza d'una temperatura che vale a distruggere il composto che nascerebbe dalla loro combinazione.

All'aria umida l'acido solforico anidro spande fumi bianchi e densi, non nell'aria perfettamente secca, in cui fornirebbe vapori ma non visibili. Quei fumi bianchi provengono dalla combinazione dei vapori d'acido solforico con l'acqua vaporosa contenuta nell'aria umida.

Avido di combinarsi coll'acqua, se si getta entro di essa, vi si scioglie prontamente, producendo un sibilo quale lo produrrebbe un ferro rovente: la sua idratazione si fa adunque con una considerevole produzione di calore: quando l'acido solforico anidro venga a toccare una sostanza organica, la quale contenga gli elementi necessarii per formare acqua, l'idrogeno cioè e l'ossigeno, ne cagiona prontamente la decomposizione, e poichè nel maggior numero delle materie organiche, tolti l'idrogeno e l'ossigeno, viene a predominare il carbonio, così conseguenza ordinaria dell'azione dell'acido solforico sulle medesime è il loro annerimento. Per questa ragione quando si prepari acido solforico anidro è necessario disporre l'apparecchio in guisa che il prodotto non venga a toccare veruna sostanza d'origine organica.

Dalle cose dette si comprende quanto pronta debb'essere e quanto nociva l'azione dell'acido solforico anidro sui tessuti di animali viventi; il suo contatto colla pelle vi determina tosto un cociore vivissimo ed una erosione. Il respirare aria che contenga di quest'acido allo stato di vapore, cagiona tosto la tosse e la soffocazione.

§. **217.** — Il liquido che si ottiene sciogliendo l'acido solforico anidro in molt'acqua, ha un sapore acido pronunziatissimo, ed arrossa vivamente la tintura di tornasole. Esso debbe considerarsi come un idrato d'acido solforico sciolto nell'acqua adoperata in eccedenza, la sua composizione si può rappresentare dalla formola $SO^3,HO+Aq$.

Se prendasi questa soluzione e si sottoponga alla distillazione, se ne potrà discacciare, col mezzo di questa operazione, la parte più considerevole dell'acqua, ma non tutta: sul fine dell'operazione

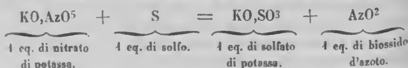
giungesi ad un punto, in cui il vapore che si ottiene è la combinazione d'acido solforico che abbiamo indicata colla formola SO^3,HO, da cui il calore non vale più a separare acqua, e chiamasi acido solforico monoidratato. Esso contiene 18,37 $^0/_0$ d'acqua. Un fatto essenziale, e da annotarsi siccome importante pel chimico manifattore, si è, che se durante questa distillazione tiensi nel liquido bollente immerso un termometro, per modo che si possa ad ogni momento osservare quale è la temperatura della sua bollizione, scorgesi che questa in principio è di poco superiore a +100°, quindi sensibilmente si eleva a misura che distillasi acqua, e sempre cresce finchè sia giunta a +325°, al qual punto essa rimane stazionaria. Il liquido che allora si riceve nell'apparecchio condensatore, è acido solforico monoidratato, SO^3,HO, ossia l'olio di vitriolo. Da ciò si comprende come sarebbe cosa facile il procurarsi acido solforico monoidratato, quando coi metodi di Kuhlmann e di Schneider (§. 214) si potesse economicamente preparare l'acido solforico anidro. Basterebbe infatti che il vapore anidro venisse condotto entro recipienti contenenti acqua, nei quali esso prontamente si scioglierebbe: il liquido portato a considerevole grado di acidità, verrebbe col mezzo della distillazione concentrato al punto d'aver la composizione dell'acido monoidratato, SO^3,HO. Ma come già fu detto, i procedimenti di Kuhlmann e di Schneider finora non poterono avere una facile e semplice applicazione, e saranno per lungo tempo ancora da seguirsi altri metodi per ottenere questo prodotto chimico, che tanto è importante per le arti.

§. 218. **Fabbricazione dell'acido solforico monoidratato.**—Prima di descrivere gli apparecchi ed il modo di adoperarli per la fabbricazione dell'acido solforico, è necessario che si espongano alcuni fatti sui quali questa tutta si appoggia.

1° Allorquando si brucia del solfo entro aria od ossigeno in presenza del vapore acquoso, si ottiene acido solforoso, e con esso altresì alquanto acido solforico. La presenza del vapore acquoso, con cui l'acido solforico avidamente si unisce, facilita la formazione di questo prodotto.

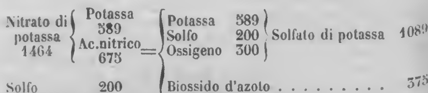
2° Se con 1 equiv. di nitrato di potassa si unisce 1 equiv. di solfo, e fatto il miscuglio tanto intimo quanto è possibile col mezzo della triturazione, vi si pone fuoco, ha luogo una reazione, per cui il solfo si converte in acido solforico a dispendio dell'ossigeno dell'acido

nitrico del nitrato di potassa, si combina colla potassa, e la converte in solfato: l'azoto dell'acido nitrico si sprigiona combinato col rimanente ossigeno dell'acido nitrico, allo stato di biossido d'azoto.



$$\underbrace{KO,AzO^5}_{\text{1 eq. di nitrato di potassa.}} + \underbrace{S}_{\text{1 eq. di solfo.}} = \underbrace{KO,SO^3}_{\text{1 eq. di solfato di potassa.}} + \underbrace{AzO^2}_{\text{1 eq. di biossido d'azoto.}}$$

Per ottenere questo risultamento sarà d'uopo fare il miscuglio con nitrato di potassa 1464 e solfo 200. Questa reazione si può rappresentare sotto la seguente forma:



Nitrato di potassa 1464	Potassa 589	Potassa	589	Solfato di potassa	1089
	Ac. nitrico 675	Solfo	200		
	=	Ossigeno	300		
Solfo	200	Biossido d'azoto			375

3° Se la proporzione del solfo è maggiore dell'accennata, e la reazione si fa in contatto dell'aria, l'eccedenza del solfo si brucia a dispendio dell'ossigeno atmosferico, talchè mentre si ha solfato di potassa per residuo, si ottiene come prodotto gasoso un miscuglio di acido solforoso SO^2, e di biossido d'azoto AzO^2.

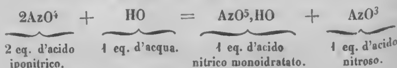
4° Quando il biossido d'azoto AzO^2 trovasi in contatto con abbondante proporzione di ossigeno, rapidamente con esso si combina formando acido iponitrico AzO^4, che si riconosce facilmente al suo colore rosso ranciato. Questa reazione, che è una semplice addizione di ossigeno al biossido d'azoto, si esprime colla formola



$$AzO^2 + O^2 = AzO^4$$

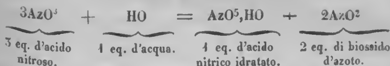
(*v.* §. 130 pag. 211).

5° Il composto AzO^4, od acido iponitrico, se trovisi in contatto con poca acqua, si trasmuta immediatamente in acido nitrico AzO^5,HO ed in acido nitroso AzO^3.



$$\underbrace{2AzO^4}_{\text{2 eq. d'acido iponitrico.}} + \underbrace{HO}_{\text{1 eq. d'acqua.}} = \underbrace{AzO^5,HO}_{\text{1 eq. d'acido nitrico monoidratato.}} + \underbrace{AzO^3}_{\text{1 eq. d'acido nitroso.}}$$

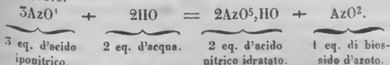
6° L'acido nitroso, se trovasi in contatto con acqua, a sua volta si converte in acido nitrico AzO^5,HO ed in biossido d'azoto AzO^2.



$$3AzO^3 + HO = AzO^5,HO + 2AzO^2$$

3 eq. d'acido nitroso. | 1 eq. d'acqua. | 1 eq. d'acido nitrico idratato. | 2 eq. di biossido d'azoto.

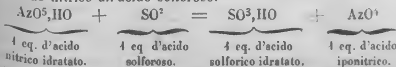
7° Queste due ultime reazioni possono succedersi tanto rapidamente da convertirsi in una sola per cui l'acido iponitrico AzO^4 si converta in acido nitrico ed in biossido d'azoto; e ciò avviene quando la quantità d'acqua, con cui si trova in reazione l'acido iponitrico, è considerevole.



$$3AzO^4 + 2HO = 2AzO^5,HO + AzO^2.$$

3 eq. d'acido iponitrico. | 2 eq. d'acqua. | 2 eq. d'acido nitrico idratato. | 1 eq. di biossido d'azoto.

8° Allorquando l'acido solforoso SO^2 trovasi a reagire con acido nitrico AzO^5, ne toglie ossigeno, e passa allo stato d'acido solforico; nello stesso tempo l'acido nitrico si cangia in acido iponitrico AzO^4. La reazione in tal caso è una semplice trasposizione di ossigeno dall'acido nitrico all'acido solforoso.



$$AzO^5,HO + SO^2 = SO^3,HO + AzO^4$$

1 eq. d'acido nitrico idratato. | 1 eq d'acido solforoso. | 1 eq. d'acido solforico idratato. | 1 eq. d'acido iponitrico.

Questa reazione si può facilmente produrre col seguente apparecchio.

Nel palloncino *p* (*fig.* 175) si sprigiona acido solforoso, il quale

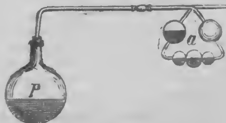
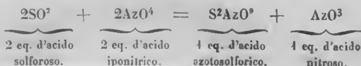


fig. 175

viene ad attraversare acido nitrico contenuto nelle boccette dell'apparecchio *a*. Non appena l'acido solforoso vi giunge, è assorbito dall'acido nitrico, il quale si colora in rosso ranciato od in giallo od in verde azzurro, secondo la sua maggiore o minore concentrazione

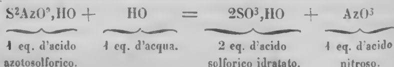
dall'acido iponitrico che vi si genera: se si esamina la composizione dell'acido medesimo, lo si trova risultante da acido solforico, acido iponitrico ed acido nitrico non ancora decomposto.

9° Se si trovano in contatto reciproco acido solforoso anidro e liquefatto per raffreddamento, ed acido iponitrico liquido ed anidro, questi due corpi reagiscono reciprocamente, dando origine ad una combinazione singolare che fu scoperta da Laprovostaye, e che venne chiamata acido azotosolforico. Essa è solida, polverosa, e contiene 2 equiv. di solfo, 1 equiv. d'azoto e 9 equiv. d'ossigeno. La sua composizione può adunque esprimersi colla formola S^2AzO^9. Essa può ravvisarsi siccome composta d'acido solforoso e d'acido iponitrico combinati direttamente secondo la formola $2SO^2+AzO^5$, ovvero come una combinazione di acido solforico e d'acido nitroso $2SO^3+AzO^3$. La produzione di questo corpo è accompagnata da sviluppamento di acido nitroso AzO^3.



$$\underbrace{2SO^2}_{\text{2 eq. d'acido solforoso.}} + \underbrace{2AzO^4}_{\text{2 eq. d'acido iponitrico.}} = \underbrace{S^2AzO^9}_{\text{1 eq. d'acido azotosolforico.}} + \underbrace{AzO^3}_{\text{1 eq. d'acido nitroso.}}$$

10° Questo composto, l'acido azotosolforico, può combinarsi con acqua, e forma allora un corpo cristallino S^2AzO^9,HO, permanente ogniqualvolta non vi si aggiunga nuova acqua, nel qual caso esso si decompone e si sdoppia in acido solforico ed acido nitroso.



$$\underbrace{S^2AzO^9,HO}_{\text{1 eq. d'acido azotosolforico.}} + \underbrace{HO}_{\text{1 eq. d'acqua.}} = \underbrace{2SO^3,HO}_{\text{2 eq. d'acido solforico idratato.}} + \underbrace{AzO^3}_{\text{1 eq. d'acido nitroso.}}$$

Se poi grande è la proporzione dell'acqua che s'impiega per questa decomposizione, allora l'acido nitroso a sua volta si decompone in acido nitrico e biossido d'azoto (Ved. N° 6).

Questa materia cristallina si può ottenere direttamente nel modo seguente. Nel pallone A (*fig.* 176) si fanno giungere contemporaneamente biossido d'azoto, che si sprigiona dalla bottiglia a due colli C, ed acido solforoso, che si svolge dal palloncino B da un miscuglio di rame ed acido solforico concentrato. Se il pallone è pieno d'aria asciutta, non appena vi giunge il biossido d'azoto si riempie di vapori rossi d'acido iponitrico AzO^4. Al giungervi dell'acido solforoso

nessuna reazione ha luogo, essendo i due acidi allo stato gasoso (1); ma se prima di far giungere i gas, s'introducono nel pallone poche gocciole d'acqua sicchè si spanda vapore acquoso entro la sua capacità, si osserva immediatamente scolorarsi il pallone, e coprirsene

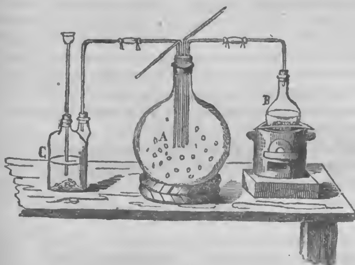


fig. 176

l'interna superficie d'una materia cristallina conformata in lunghi aghi, i quali vi formano una crosta più o meno spessa, che sta permanente se nuov'acqua non si aggiunga. Col far affluire nuovo biossido d'azoto e nuovo acido solforoso, si ottiene nuova formazione di vapori rossi e nuova formazione di cristalli, finchè consunto tutto l'ossigeno dell'aria contenuta nel pallone, diventa impossibile l'ulteriore conversione del biossido d'azoto in acido iponitrico, e la reazione cessa. Quei cristalli si distruggono quando nuova acqua si versi nel pallone, essi hanno la composizione S^2AzO^9,HO, ed in contatto dell'acqua si convertono in $2SO^3$, che si scioglie nell'acqua, ed in AzO^3, che colora nuovamente il pallone in rosso.

11° La stessa materia cristallina si ottiene quando si diriga una corrente d'acido solforoso in un vaso in cui siasi posto alquanto

(1) Se fossero liquefatti prima di venire in contatto questi due acidi AzO^4 ed SO^2, si produrrebbe la materia polverosa che Laprévostaye chiamò acido azotosolforico, S^2AzO^9 (vedi N° 9).

acido nitrico concentratissimo. E la cosa ora si comprende facilmente. Al N° 8 abbiamo detto che l'acido solforoso SO^2, in contatto dell'acido nitrico AzO^5, lo decompone e ne toglie 1 equiv. d'ossigeno. per modo che risulti acido solforico ed acido iponitrico.



$$AzO^5,HO+SO^2=SO^3,HO+AzO^4.$$

Nel recipiente adunque, in cui giunge l'acido solforoso, tosto si forma acido iponitrico, che trovandosi in presenza di nuovo acido solforoso e di vapore d'acqua, vi genera la materia cristallina S^2AzO^9,HO, di cui si possono ottenere quantità considerevoli, purchè l'acido nitrico sia molto concentrato, e la sua temperatura non venga a notevolmente elevarsi.

§. **219.** — Abbiamo dovuto esporre questi numerosi fatti, perciocchè dalla loro intelligenza risulta la cognizione perfetta dei procedimenti varii antichi e recenti impiegati per la fabbricazione dell'acido solforico, e la spiegazione di alcuni fatti che si presentano in questa preparazione.

Gli antichi preparavansi acido solforico col solo bruciare solfo sotto una campana di vetro, capovolta sopra un recipiente in cui era contenuta acqua (*fig.* 177). La combustione del solfo in presenza del

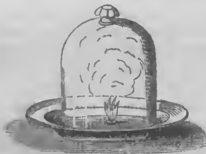


fig. 177

vapore acquoso generava acido solforoso e piccola quantità d'acido solforico, i quali venivano sciolti dall'acqua; ripetevasi quest'operazione più volte, rinnovando l'aria della campana, e conservandovi sotto la stessa acqua, la quale, quando avea presa una forte acidità, concentravasi per evaporazione, finchè avesse presa una consistenza oleosa: a questo prodotto davasi il nome di *oleum sulphuris per campanam.*, olio di solfo per campana. È chiaro che questo modo di

procedere, tedioso pel lungo tempo che richiedeva, non forniva che pochissimo acido solforico, con grandissimo dispendio di solfo, che per la maggior parte si convertiva solo in acido solforoso.

Lemery e Lefevre coll'intento di rendere più pronta la combustione del solfo, vi aggiunsero nitrato di potassa. Quest'addizione rese il procedimento considerevolmente più proficuo: ecco in qual modo essi operavano.

Un ampio pallone di vetro (*fig.* 178) con largo collo, e contenente

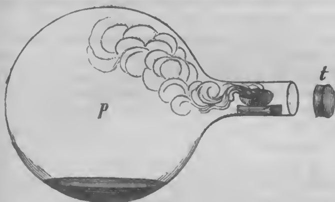


fig. 178

un po' d'acqua, si collocava su d'un bagno di sabbia, sicchè l'acqua lentamente si evaporasse. Nel collo del pallone ponevasi un pezzo di mattone, e su di esso un cucchiaio di ferro arroventato, su cui gettavasi un misto di molto solfo e poco nitro, e dopo ciò chiudevasi il collo del pallone con un turacciolo di legno *t*. Per maggiore rapidità d'operare, disponevansi su d'un bagno di sabbia, l'uno accanto all'altro, molti di tali palloni, i quali aveano una grande capacità, che talvolta ascendeva persino a 300 litri. Compiuta la combustione, si ripeteva l'operazione con nuovo misto di nitro e solfo. L'acqua resa per tal modo più e più acida, dopo un certo numero di combustioni, si estraeva dai palloni e si evaporava, con che portavasi a conveniente concentrazione. A quel tempo ignoravansi le reazioni che avvengono nelle circostanze nelle quali si eseguivano quelle operazioni: l'addizione del nitro tenevasi come mezzo atto a rendere più gagliarda la combustione del solfo, ed a convertirlo direttamente in acido solforico. Ora per noi la cosa riesce semplicissima. Il misto

che accendevasi nel collo dei palloni conteneva da 10 a 12 o 15 °/₀ di nitro. La sua combustione dovea necessariamente produrre acido solforoso e biossido d'azoto (§. 218, N° 2). Il pallone conteneva aria quindi in esso formavasi acido iponitrico, il quale in contatto dell'acido solforoso e del vapore d'acqua dovea produrre le reazioni accennate al N° 10, per cui formandosi e distruggendosi tosto la combinazione S^2AzO^9,HO, si convertiva in acido solforico ed in acido nitroso, e questo quindi in acido nitrico e biossido di azoto. Nel modo di procedere di Lemery e Lefevre debbesi ravvisare il metodo razionale della fabbricazione dell'acido solforico.

Nel descritto modo di procedere alcuni gravi inconvenienti si scorgono, dipendenti dalla natura degli apparecchi in allora adoperati. I palloni di vetro di grandissime dimensioni erano costosi, difficili a maneggiarsi e di somma fragilità. La quantità di nitro e solfo che in ogni operazione si abbruciava era piccola, e non potea fornire che scarso prodotto ; ed infine, come è facile a scorgersi, dopo un certo numero di combustioni del misto accennato, doveasi giungere ad un punto in cui la produzione dell'acido solforico rimanesse sospesa; infatti il biossido d'azoto non reagisce come tale sull'acido solforoso ma allora soltanto che per l'incontrarsi con ossigeno è convertito in acido iponitrico. La formazione di quest'acido sul principio dell'operazione impiegava l'ossigeno dell'aria contenuta nel pallone, la quale in progresso dovea trovarsene impoverita, e finalmente affatto priva, ed incapace di dare alimento a nuova formazione d'acido iponitrico e per ciò d'acido solforico. In ciò sta la ragione dell'opportunità riconosciuta già d'allora d'adoperare palloni di grandissima capacità, per rendere alquanto profittevole l'operazione, e dell'intermittenza del lavoro, cagionata dalla necessità di rinnovare di tempo in tempo l'aria contenuta nei palloni, quando cioè convertita in un misto di azoto, acido solforoso e biossido di azoto, e mancante d'ossigeno, inetta si dimostrava a promuovere la formazione dell'acido solforico.

A questi inconvenienti cercossi di porre riparo coll' ingrandire gli apparecchi. Ciò non potea farsi che cangiandone la forma e la materia. Si trovò che il piombo era acconcio a tal uopo, e si costrussero con lastra di questo metallo camere di grande capacità (da 100 a 300 metri cubici). Sul fondo della camera (*fig.* 179) ponevasi uno strato d'acqua : per una porta *p*, di cui era munita una delle pareti, s'introduceva una specie di carretto *d* portante un recipiente di

ferro, in cui eravi un misto di solfo e nitro (quest'ultimo nella proporzione di 10 o 15 o 20 per 100 di solfo), a cui ponevasi fuoco;

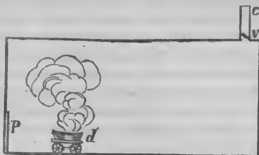


fig. 179

quindi chiudevasi la porta; cessata la combustione si estraeva il carretto, e si procedeva alla combustione di una nuova carica. Egli si comprende che se tale maniera di procedere presentava vantaggi in paragone di quella di Lemery e Lefevre per la forma, la materia e l'ampiezza degli apparecchi, non era tuttavia esente dall' inconveniente dell'intermittenza del lavoro, il quale cessava d'essere efficace tosto che l'ossigeno della camera trovavasi tutto consumato; a quel punto era d'uopo rinnovare l'aria, e perdere per conseguenza una ragguardevole quantità d'acido solforoso e di biossido d'azoto, la qual cosa si faceva aprendo la porta P ed una valvola v, collocata all'estremo della camera opposto a quello per cui s'introduceva il carretto: pel cammino c uscivano i gas resi inerti per ulteriore reazione, e ad essi si sostituiva nuova aria, col cui mezzo si ricominciava l'operazione descritta.

L'esperienza dimostrò che procedendo in questa guisa, 100 parti di solfo somministrano 160 di acido solforico concentrato. Questa relazione tra la quantità di solfo impiegata, e la quantità d'acido solforico ottenuta dimostra quanto di solfo si perdesse, e quanto imperfetto fosse il metodo seguito. Infatti 1 equivalente di solfo =200 deve fornire 612,5 d'acido solforico monoidratato, ossia un equivalente, composto da

Solfo	200	=	1 equiv.
Ossigeno	300	=	3 equiv.
Acqua	112,5	=	1 equiv.
Acido monoidratato	612,5	=	1 equiv.

In altri termini, 100 di solfo debbono fornire 306,2 di acido solforico monoidratato.

Il più essenziale miglioramento che in progresso di tempo siasi introdotto nella fabbricazione dell'acido solforico, è l'essersi reso continuo il lavoro delle camere di piombo: ciò si ottenne col fare per modo che all'ossigeno consumato altro si sostituisse, mercè un regolare rinnovamento dell'aria delle camere. La pratica e la teoria trovansi in questo fatto mirabilmente d'accordo, poichè con questa modificazione si conseguisce presentemente per 100 di solfo 306 circa d'acido monoidratato, cioè quanto indica la teoria

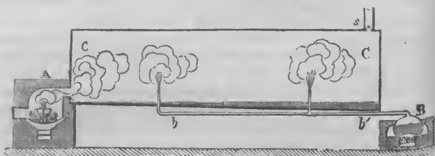


fig. 180

La *fig.* 180 rappresenta una camera di piombo C C, a lavoro continuo. All'un estremo di essa è collocato un forno A costrutto in muratura, in cui si producono contemporaneamente acido solforoso e biossido d'azoto. Una porticina situata sul dinnanzi di esso serve a regolare l'afflusso dell'aria necessaria alla combustione del solfo, ed alle reazioni che debbono operarsi nella camera. All'estremo opposto e sulla parte superiore v'ha un'apertura S, munita di registro, pel cui mezzo si dà uscita ai gas superstiti alla formazione dell'acido solforico: B è una caldaia in cui si genera vapore aequoso, che di quando in quando si lancia nella camera col mezzo dei tubi *b b'*. La produzione del biossido d'azoto si può ottenere accendendo nel forno un misto di solfo e nitro. Talvolta sul suolo del forno bruciasi il solfo, mentre in un apposito recipiente di ferro e collocato nel forno medesimo, in guisa da essere riscaldato dalla fiamma stessa del solfo, si colloca un misto d'acido solforico e di nitrato di potassa: l'acido nitrico che si estrica da questo miscuglio allo stato di vapore, incontrando l'acido solforoso per

via, si decompone in vapori d'acido solforico ed in acido iponitrico, che poi si converte in acido nitrico e biossido d'azoto nella camera stessa di piombo. Nel disegno che abbiamo rappresentato il solfo brucia sul suolo del forno, su cui è collocato un treppiede che sostiene una cassola di ferro contenente nitrato di potassa, $^1/_{10}$ circa della quantità di solfo che si brucia nel forno; questo sale si decompone, ossidando una parte dell'acido solforoso e combinandosi coll'acido solforico indi generato, e perciò convertendosi in solfato di potassa, e producendo contemporaneamente biossido d'azoto, che unito all'acido solforoso penetra nella camera di piombo (1).

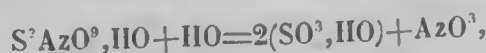
Qualunque sia il metodo seguito per la produzione del biossido d'azoto, quando siasi lanciata una sufficiente quantità di questo gas e di acido solforoso entro la camera, avrassi un miscuglio d'acido solforoso e d'acido iponitrico, il quale ha tuttavia bisogno d'acqua per fornire acido solforico: egli è allora che aperte le chiavi dei tubi della caldaia *b b'*, lanciasi in essa vapore acquoso, e tosto odesi gocciolare dalle pareti della camera acqua condensata, la quale contiene l'acido solforico prodotto. La corrente d'aria essendo continua, nuova quantità di ossigeno viene fornita al nuovo biossido d'azoto che vi penetra, quindi nuova formazione di acido iponitrico e nuova generazione d'acido solforico.

La reazione tra il biossido d'azoto, l'acido solforoso e l'ossigeno può aver luogo in varii modi: essa può esser più o meno complicata, ma deve sempre avere per termini ultimi la totale conversione dell'acido solforoso in acido solforico. Supponiamo che si formi tosto acido iponitrico: questo in contatto dell'acido solforoso e del vapore d'acqua formerà immediatamente acido azoto-solforico ed acido nitroso



$$2SO^2+2AzO^4,HO=HO+S^2AzO^9+AzO^3,$$

e quindi



$$S^2AzO^9,HO+HO=2(SO^3,HO)+AzO^3,$$

(1) Là dove abbondano le piriti di ferro, queste si possono sostituire al solfo, sottoponendole nel forno all'abbrustolamento. Il loro residuo serve quindi alla preparazione del solfato di ferro. Di ciò parleremo a suo tempo.

Per la produzione dell'acido iponitrico in alcuni luoghi usasi far reagire acido nitrico con amido o segatura di legno. Prodotti di questa reazione sono acido iponitrico, che si svolge, ed acido ossalico, il quale è un prodotto chimico molto utile alle arti.

ma  $3AzO^3 + \text{acqua} = AzO^5HO + 2AzO^2$

e  $AzO^5,HO + SO^2 = SO^3,HO + AzO^4$

ed  $AzO^2 + 2O = AzO^4$,

e nuovamente  $2AzO^4 + 2SO^2 = S^2AzO^9 + AzO^3$

e così di seguito.

§. **220**. — Affinchè l'operazione proceda regolarmente esigonsi alcune condizioni, che tosto accenneremo prima di descrivere le modificazioni che in progresso di tempo s' introdussero nell' apparecchio di cui discorriamo.

1° Egli è necessario che la quantità d'aria che si fornisce alla camera sia proporzionata alla quantità di biossido d'azoto e di acido solforoso che contemporaneamente vi penetrano. Troppa aria nuoce, in quantochè la corrente, resa troppo rapida, trascina con sè e spinge fuori della camera per l'apertura superiore opposta al forno di combustione una parte dei gas prima che siasi operata la reazione che genera l'acido solforico. Se per l'incontro l'aria scarseggia, una parte del solfo si sublima nella camera: l'acido solforico riesce allora torbido, e durasi fatica a purificarlo siccome vedremo in appresso, ed inoltre una parte del biossido di azoto non si converte in acido nitroso od iponitrico, e rimane inerte, e si disperde trascinato dalla corrente gasosa.

2° La quantità del nitro debb'essere circa $^1/_{10}$ di quella del solfo. L'esperienza ha dimostrato essere questa proporzione sufficiente a fornire la quantità di biossido d'azoto che debbe convertirsi in acido iponitrico, e determinare la conversione di tutto il solfo in acido solforico. L'eccedere nel nitrato di potassa potrebbe avere per conseguenza la formazione di troppo biossido d'azoto, e di una quantità d'acido iponitrico troppo più grande che nol richiegga la quantità d'acido solforoso contemporaneamente formato; ricordiamo che l'acido iponitrico in contatto dell'acqua genera acido nitrico e biossido d'azoto; ora se grande è la proporzione dell'acido nitrico, ed eccedente quella misura che può venir decomposta dall'acido solforoso, esso si scioglierà nell'acqua e si mescolerà coll'acido solforico condensato, rendendolo impuro, e ciò che più monta osservare, diventerà nocivo alle pareti della camera, poichè l' acido nitrico agisce come ossidante sul piombo, e lo corrode convertendolo in nitrato.

3° La capacità della camera debb'essere grande quanto più è possibile, e di forma rettangolare allungata, perchè nel loro lungo tragitto i gas possano mescolarsi convenientemente e reagire in tutti loro punti prima d'uscire dall'apertura *s* (1).

4° La quantità di vapore acquoso che si spinge nella camera di piombo non debb'essere nè poca nè troppa. Se mentre la camera è ripiena di acido solforoso e d'acido iponitrico, vi penetra poco vapore acquoso, avrà luogo la formazione di molto acido azoto-solforico idratato (cristalli delle camere di piombo), il quale non trovando sufficiente quantità d'acqua per decomporsi, si deporrà sulle pareti della camera, rendendo così una buona parte del biossido d'azoto inerte nella produzione dell'acido solforico. Oltreacciò, se già trovasi nella camera una certa quantità d'acido solforico, una considerevole proporzione di questa materia cristallina vi si scioglierà, e lo renderà impuro per acido nitrico od iponitrico o nitroso che vi rimarrà sciolto. Se poi la quantità d'acqua è troppo ragguardevole, il prodotto che si otterrà sarà troppo debole, e converrà spendere tempo e combustibile per condurlo a grado conveniente di concentrazione. L'esperienza ha dimostrato che per 200 di solfo giova si impieghino 210 d'acqua: e che con queste proporzioni si ottiene un acido solforico che segna 50° all'areometro e si compone di $^1/_3$ d'acqua e $^2/_3$ d'acido ed 1 equivalente d'acqua.

Giova inoltre che il vapore d'acqua venga lanciato nella camera sotto una pressione un po' valida, perchè coll'urto suo produca un' agitazione ed un rimescolamento nei gas reagenti, il quale potentemente coadiuva alla prontezza delle loro mutue reazioni. Sembra che giovi una pressione di 3 atmosfere (2).

Nella camera rappresentata dalla *fig.* 180 (pag. 380) osservasi che il fondo ne è inclinato verso uno degli estremi. Questa disposizione fa sì che a misura che l'acido solforico si produce, si raccolga verso la parte più declive, da cui si estrae o col mezzo d'una chiave di piombo, o col mezzo di un sifone.

(1) Nelle fabbriche di prodotti chimici d'Inghilterra sono rimarchevoli le camere di piombo per la loro smisurata lunghezza, la quale giunge a 100 e più metri.

(2) In alcune fabbriche il vapore si produce col mezzo di un vaso pieno d'acqua che s'introduce nel forno stesso in cui si fa la combustione del solfo; in altre serve alla generazione del vapore una caldaia posta sul forno stesso, e che viene riscaldata dal calore che vi produce il solfo bruciando.

§. **221**. — La costruzione e disposizione delle camere di piombo, ha in questi ultimi anni subìte alcune modificazioni, le quali se da un lato rendono la fabbricazione dell' acido solforico alquanto più complicata, la fecero tuttavia più profittevole. La *fig.* 181 rappre-

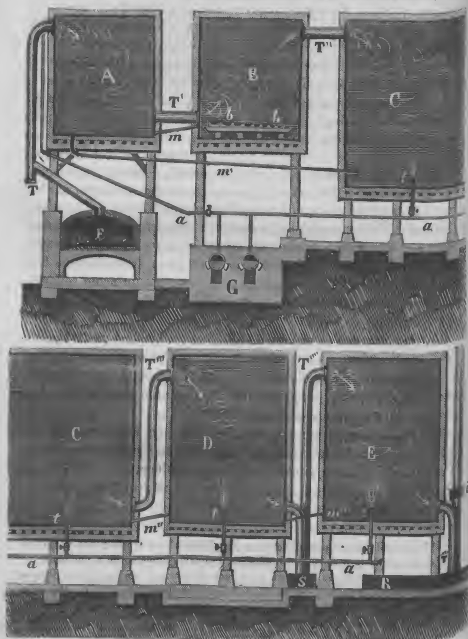


fig. 181

senta un apparecchio compiuto, quale si adopera nel più delle fabbriche di prodotti chimici.

Esso si compone di 5 camere poste l'una in seguito all'altra, e comunicanti tra loro col mezzo di tubi opportunamente disposti.

La prima camera A chiamasi ordinariamente *tamburo* o *denitrificatore*, la seconda B dicesi *tamburello*, la terza C prende il nome di *gran camera* perchè la più capace di tutte; le altre D, E, diconsi *camere della coda (chambres en queue)*. Il livello del loro fondo è vario; quella di mezzo C è la più bassa, le più alte sono la seconda e l'ultima, ed intermedie sono la prima e la quarta.

F, è un forno in cui bruciasi solfo per la produzione dell'acido solforoso. Le sue dimensioni sono

lunghezza	met.	3,50
larghezza	»	2,50
altezza	»	2,00

Il suolo è costrutto con mattoni; le pareti laterali e superiore sono rivestite di due lastre di ferro che hanno tra loro uno spazio di qualche centimetro; questa disposizione ha per iscopo di mantenervi regolare ed uniforme la temperatura. Sopra il volto del forno s'innalza il tubo T di ferro fuso, il quale convenientemente piegato si protende fino alla parte superiore della prima camera o denitrificatore. L'uso di questo tubo è di portare nella prima camera l'acido solforoso e l'aria necessaria alla formazione dell'acido solforico; il suo diametro è di 1 metro, la sua lunghezza almeno di 7 metri, affinchè vi si determini un tirante che valga a convenientemente spingere i gas dalla prima camera nella seconda, quindi nella terza e fino al termine dell'apparecchio.

Le camere tutte comunicano le une colle altre col mezzo dei tubi T' T'' T''' T''''; la figura indica sufficientemente qual sia la loro disposizione: al tubo T'''' è congiunto in S un serbatoio, in cui si condensano vapori acidi. Dall'ultima camera della coda E parte il tubo terminale T''''', al quale è pure annesso un serbatoio o refrigeratore R, da cui s'innalza il tubo che serve di cammino e porta nell'atmosfera i gas superstiti alla fabbricazione dell'acido solforico. Esso è munito in *i* di un registro, col cui mezzo si modera a volontà la corrente dei gas nell'apparecchio intero. Il diametro dei tubi descritti non è per tutti lo stesso, per modo che quello di T' e di T'' essendo

met. 0,80, quello di T''' è di 0,60. quello di T'''' è di 0,50, e finalmente l'ultimo non ha più che 0,30 di diametro.

G, è un forno in cui sono collocate due generatori, o caldaie a vapore; queste sono munite di tubi *a a*, col mezzo dei quali si può lanciare vapore acquoso nelle varie parti dell'apparecchio, siccome indica chiaramente la figura.

Col mezzo di tubi $m\ m'\ m''\ m'''$, stabiliti a livello del fondo delle due prime e delle due ultime camere, il liquido che in esse si condensa viene tutto trasportato entro la camera di mezzo, che è il serbatoio in cui si raccoglie il prodotto di tutto l'apparecchio.

Le dimensioni delle camere sono le seguenti:

La 1ª o denitrificatore ha				
	lunghezza . . .	6 metri		
	larghezza . . .	3,25		
	altezza	5		
	capacità		=met. cub.	97,50
La 2ª	lunghezza . . .	6 metri		
	larghezza . . .	3,25		
	altezza	5		
	capacità		=met. cub.	97,50.
La 3ª	lunghezza . . .	25 metri		
	larghezza . . .	13		
	altezza	6,50		
	capacità		=met. cub.	2112,50.
La 4ª	lunghezza . . .	7 metri		
	larghezza . . .	5,50		
	altezza	6		
	capacità . . . :		=met. cub.	231.
La 5ª	lunghezza . . .	7 metri		
	larghezza . . .	5,50		
	altezza	6		
	capacità		=met. cub.	231.

La capacità dell'intero apparecchio è di met. cub. 2769,5.

Nella 2ª camera o tamburello si scorge una serie di cassole *b b* di porcellana o di grès, a basse pareti, e disposte a scala l'una sul-

l'altra, per modo che un liquido versato sulla prima, la più elevata, possa cadere sulla seconda, e da questa sulla terza ecc. In queste cassole si fa giungere, col mezzo di un apparecchio apposito, e per mezzo d'un'apertura praticata in una delle pareti della camera stessa, una regolare corrente d'acido nitrico, la cui quantità debb' essere proporzionata a quella dell'acido solforoso che vi giunge in tempo determinato, ossia 8 chil. d'acido nitrico concentrato per ogni 100 chil. di solfo convertiti in acido solforoso.

Da questa descrizione si comprende come proceda l'operazione. Non appena l'acido solforoso ed il vapore acquoso trovansi in presenza dell'acido nitrico, questo si decompone, sicchè tosto formasi acido solforico e biossido d'azoto, senonchè una parte dell'acido nitrico si scioglie non decomposta nel liquido condensatosi in questa camera; egli è per ciò che a misura che esso si raccoglie sul fondo viene condotto, per mezzo del tubo *m*. nella prima camera A, chiamata appunto denitrificatore per ciò che, trovandosi in essa l'acido solforoso in quantità esuberante, tosto l'acido nitrico sciolto nell'acido solforico vi si decompone con nuova produzione d'acido solforico e svolgimento di biossido d'azoto. Il prodotto così denitrificato è condotto dal tubo m' nella grande camera in cui si riunisce alla maggiore quantità d'acido che in essa si genera. Egli è appunto in questa terza camera che reagiscono il biossido d'azoto generato nella seconda e nella prima, l'acido solforoso ed il vapore acquoso con l'ossigeno che in essa si contiene, e con quello che dalle due prime camere vi affluisce. Nella quarta e quinta camera si continua la reazione sui gas superstiti: il liquido che in esse si raccoglie viene condotto col mezzo dei tubi m'' m''' nella camera grande. I refrigeratori S ed R sono destinati a ritenere quanto di vapori d'acido solforico non si fosse condensato nelle due ultime camere. Essi sono due casse di piombo, nelle quali i gas sono obbligati, percorrendone tutta la lunghezza, a trovarsi in contatto con una piccola quantità d'acqua.

Nell'apparecchio di cui abbiamo data la descrizione, la cui capacità è circa 2769 metri cubici, si bruciano in un giorno 1600 (1) chilog. di solfo, e se ne ricava una quantità d'acido che rappresenta 4800

(1) L'esperienza dimostrò che in un apparecchio costrutto a modo di quello di cui abbiamo data la descrizione, debbonsi bruciare 58 chil. di solfo al minimo, e 100 al massimo per ogni 100 metri cubici di capacità.

chilog. d'acido solforico concentrato contenente 1 equiv. d'acqua, ossia il triplo del peso del solfo, approssimativamente quanto indica la teoria, giusta la quale 1 eq. di solfo =200 dovrebbe fornire 1 eq. d'acido solforico monoidrato =612,5.

§. **222**. — Tuttochè l'esperienza abbia giustificata l'efficacia delle disposizioni date all'apparecchio di cui abbiamo finora parlato, inquantochè mercè di esse si giunge ad ottenere, per dir così, il massimo prodotto d'acido solforico che la teoria indica dover derivare da una quantità determinata di solfo, egli è tuttavia vero che per lo più non si può evitare, operando nel modo descritto, che un'assai ragguardevole proporzione di composti ossigenati dell'azoto (acido nitroso ed acido iponitrico) vada perduta disperdendosi insieme coi gas che continuamente escono pel tubo terminale. Egli è specialmente per evitare questa perdita che si proposero in questi ultimi tempi alcuni miglioramenti nella costruzione dell'apparecchio, dei quali gioverà far qui menzione, insieme con alcune varianti riguardanti l'insieme di esso.

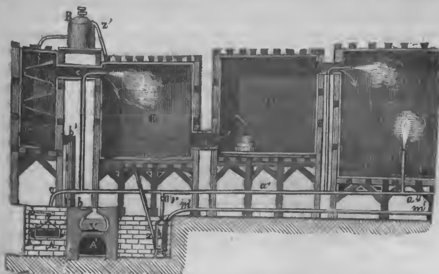
Nella *figura* 182 è rappresentato un sistema di camere analogo a quello della figura precedente. Alcuni particolari tuttavia meritano di esservi annotati.

1° Le caldaie a vapore avece di essere collocate su d'un forno appositamente costrutto per esse, stanno situate nel forno medesimo in cui si fa la combustione del solfo. Si scorge lo spaccato di uno di questi forni in A. L'acqua è portata alla bollizione dal calore stesso che genera il solfo bruciando.

2° Nella camera D, giunge l'acido nitrico per un tubo sottile, e cade in forma di piccol getto sul culmine d'una serie di recipienti a basse pareti, e posti l'uno sull'altro a modo di cono, e cadendo da l'uno sull'altro si spande su d'una grande superficie, sicchè il suo contatto con l'acido solforoso viene a considerevolmente moltiplicarsi.

3° L'acido solforoso e l'aria, prima di entrare nel denitrificatore, passano pel tubo *b b'* in una camera addizionale di piccole dimensioni, in cui sono disposte lamine di piombo inclinate le une sopra le altre, l'uso delle quali si dirà tra breve. Alla parte estrema dell'apparecchio, dopo le camere della coda trovasi ancora una camera addizionale II, a cui giungono i gas delle camere precedenti prima di uscirne definitivamente. Questa è riempiuta di grossi pezzi di arso. Q, è un vaso di piombo che si riempie di acido solforico concentrato;

un tubo situato alla sua parte inferiore versa questo liquido sovra l'arso contenuto nella camera H, sicchè spandendovisi e dividendosi



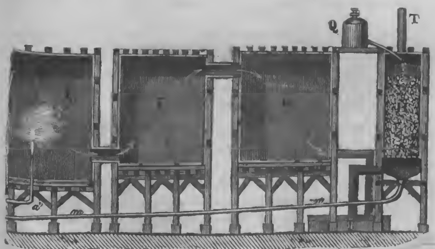


fig. 182

venga in contatto dei prodotti nitrosi, e li ritenga con sè. L'acido saturato di questi prodotti quindi si riunisce in fondo della medesima camera e col mezzo del tubo *m m' m''* viene a portarsi in un serba-

toio L da cui si può spingere in un vaso R collocato al disopra della camera prima addizionale. L'artifizio con cui quest'acido si solleva nel vaso R è il seguente. Quando il vaso L è quasi pieno d'acido, si chiude con una chiave il tubo $m\ m'$, e si apre un'altra chiave r per cui giunge nel vaso stesso il vapore d'acqua sotto la pressione di 2 o 3 atmosfere. L'acido spinto dall'alto al basso viene pel tubo $z\ z'$, che si apre alla parte inferiore del serbatoio L, spinto nel vaso R, d'onde esso si versa nella camera B B. Si scorge chiaramente che con questa disposizione si riconduce nell'apparecchio quel tanto di vapori nitrosi che si sarebbe perduto disperdendosi nell'atmosfera, e che per tal guisa debbe diminuir la spesa in acido nitrico. Così l'esperienza dimostrò che mentre negli apparecchi non modificati (figura 181) per ogni 100 chilog. di solfo richiedevansi 8 chilog. d'acido nitrico concentrato, colle modificazioni succennate la consumazione di quest'acido si ridusse a 4 o 5 chilog.

Ad ottenere che l'acido solforico si distribuisca regolarmente sovra l'arso della camera H, serve un piccolo apparecchio ad altalena, chè è rappresentato dalla *fig*. 183.

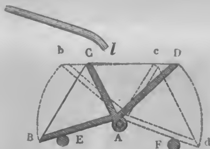


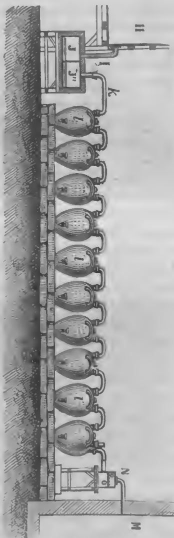
fig. 183

l, è il tubo per cui cola l'acido solforico del serbatoio Q. Sotto di esso sta un truogolo a doppio compartimento, mobile intorno al pernio A, i cui movimenti sono tuttavia limitati da due punti di ritegno E ed F, per modo che possa prendere secondo le circostanze ora la posizione segnata dalle lettere B C D, ora l'altra che è indicata dalle linee punteggiate e dalle lettere *b c d*; in questo movimento esso presenta all'orifizio *l* ora la cavità B A C ora l'altra C A D, delle quali mentre l'una si riempie l'altra si vuota. Infatti essendo l'apparecchio nella posizione segnata dalla figura, il liquido cadrà nel compartimento C A D; quando questo sia pieno, il suo peso farà che l'appa-

recchio trabocchi dalla sua parte, e prenda la posizione *b c d*, il che non potrà farsi senza che si vuoti il compartimento C A D, e si presenti all'orifizio *l* il compartimento B A C, il quale a sua volta si riempirà per traboccare e vuotarsi dopo qualche tempo trascinando nuovamente sotto l'orifizio *l* l'altro compartimento.

Egli si comprende come con questa disposizione venga a spandersi l'acido solforico ora a destra ora a sinistra dell'apparecchio, e come così si ottenga che esso si diffonda sovra una larga superficie.

Questo modo di concentrare gli ultimi prodotti nitrosi, i quali si disperderebbero nell'atmosfera ed andrebbero così perduti, salve alcune particolari disposizioni, è generalmente seguito nelle fabbriche d'Inghilterra e di Francia.



§. **223**. — In questi ultimi tempi si semplificò notevolmente il metodo di condensazione dei prodotti nitrosi, sostituendo all'ultima camera dell'apparecchio descritto (§. 222) una serie di bottiglie di grès a due colli comunicanti tra loro, e poste in comunicazione per un estremo della loro serie con le camere di piombo, e per l'altro estremo con un cammino in cui si lanciano i gas superstiti alla condensazione. L'apparecchio è rappresentato nelle *figg*. 184 e 185. II, è l'ultima camera di piombo; in essa giungono i gas residui della reazione operatasi nelle camere precedenti; questi ne son presi col mezzo di un tubo I, e condotti tosto in un refrigerante J J', in cui col raffreddamento si liquefà tutto ciò che è suscettibile di condensazione. Percorsa due volte la lunghezza del refrigerante, i gas sono condotti pel tubo *k* in una serie di bottiglie di grès, rappresen-

tate in $l'l''$. Queste in numero di 30 od anche più sono unite tra di loro col mezzo di ampi tubi di grès. In ciascuna d'esse si versa acido solforico a 60 A. per $^1/_3$ della loro capacità. Ciascuna bottiglia è munita d'un galletto, col cui mezzo se ne può estrarre l'acido: ciascuna inoltre ha due piccole aperture, le quali si chiudono con turaccioli di grès, e per le quali si versa l'acido solforico nel loro interno.

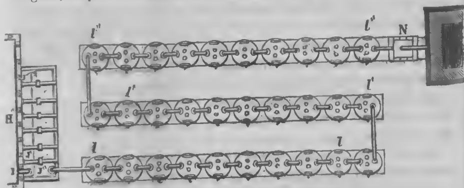


fig. 185

L'ultima bottiglia comunica con una piccola cassa di piombo N, munita di un registro o, e da cui parte un tubo il quale si apre finalmente in un cammino M, lanciandovi i gas non suscettibili d'essere assorbiti dall'acido solforico, cioè il protossido d'azoto, l'azoto, l'ossigeno, e qualche traccia di poco rilievo d'acido iponitrico. L'acido solforico dopo essere restato tre giorni in contatto dei prodotti gasosi, e fattosi ricco di composti ossigenati dell'azoto si riporta nella prima camera o denitrificatore, ovvero anche nella seconda, in cui tiene luogo di una parte dell'acido nitrico, che è mestieri introdurre nelle camere per la produzione dell'acido solforico.

Le *figure* 186 e 187 mostrano la forma delle bottiglie $l\,l'\,l''$. S S,



fig. 186



fig. 187

sono le aperture maggiori per le quali si stabilisce la comunicazione tra le medesime col mezzo dei tubi di grès. La *fig.* 187 mostra la disposizione del galletto *r*, pel quale si estrae l'acido saturo di prodotti nitrosi, e come per una delle minori aperture, e col mezzo di un imbuto di grès *q p*, s'introduca in esse l'acido solforico destinato alla condensazione dei prodotti nitrosi.

Ricorderemo qui che Kuhlmann suggerì di servirsi d'una sola camera addizionale collocata dopo le camere della coda, piena di arso, su cui si farebbe cadere un getto d'ammoniaca liquida, o più economicamente l'acqua ammoniacale delle fabbriche del gas illuminante: l'ammoniaca si convertirebbe, in contatto dei gas nitrosi, in nitrato e nitrito d'ammoniaca; la soluzione di questi sali potrebbe servire di concime, siccome il dimostrarono le esperienze dello stesso Kuhlmann.

§. **224**. — Ancora alcune parole intorno alla quantità d'aria che è necessario introdurre nell'apparecchio, affinchè l'operazione proceda regolarmente. L'esperienza ha fatto conoscere, che per ogni chilogramma di solfo che si abbruci nel forno, è d'uopo che a questo affluiscano da 6 a 7 metri cubici d'aria atmosferica, quantità che contiene circa il doppio dell'ossigeno necessario per convertire un chilog. di solfo in acido solforoso; il soprappiù è necessario per la conversione del biossido d'azoto in acido iponitrico. Un equivalente di solfo $=200$ esige due equivalenti di ossigeno $=200$. L'aria contiene $^1/_5$ del suo volume di ossigeno. Supponiamo che se ne introducano 7 met. cub. per 1000 grammi di solfo: il volume dell'ossigeno rappresentato da 7 metri cubici d'aria sarà 1,400 ossia 1400 litri; ogni litro d'ossigeno pesa 1,429, il peso dell'ossigeno sarà adunque $1400 \times 1{,}429 = 2000$ gr., del qual peso s'impiegheranno solo 1000 gr. per la formazione dell'acido solforoso, rimanendone 1000 gr. liberi e da impiegarsi nelle camere a produrre acido iponitrico. Secondo Darcet, pel buon andamento dell'operazione è d'uopo che all'entrare nella prima camera o denitrificatore, il misto gasoso contenga 12 $^0/_0$ di ossigeno libero, e che all'uscir esso ne contenga ancora 4 $^0/_0$: conseguenza di ciò si è che pel buon successo della fabbricazione dell'acido solforico è necessario che all'uscire dell'apparecchio i gas non presentino vapori rossi di acido iponitrico, nè contengano acido solforoso; essi debbono essere costituiti soltanto da azoto residuo 96 $^0/_0$ e 4 $^0/_0$ di ossigeno superstite alla reazione.

L'analisi dell'aria che circola nelle camere di piombo è adunque cosa utile pel fabbricante, perciocchè egli ne trae indizio della regolarità od irregolarità dell'andamento dell'operazione che eseguisce. Sarà perciò d'uopo che egli sappia raccogliere quest'aria, e quindi valersi dei mezzi coi quali si può riconoscere in un misto d'azoto ed ossigeno la relazione in volume tra questi due gas.



fig. 188

Per raccogliere l'aria giova servirsi dell'apparecchio rappresentato dalla *fig.* 188.

Al collo di una bottiglia si fissa un turacciolo in cui stiano confitti due tubi, dei quali uno *a* piegato ad angolo retto penetra nella bottiglia fino a qualche millimetro dal fondo, l'altro *b* diritto e breve non si interna nella bottiglia che a pochi millimetri oltre il livello del turacciolo: la bottiglia ed i tubi si riempiono esattamente con acqua. S'introduce allora la parte orizzontale del tubo *a* in un foro praticato nelle pareti dello spazio di cui vuolsi analizzare l'aria, quindi si capovolge la bottiglia; l'acqua che in essa è contenuta tosto discende pel tubo *b*, mentre le si sostituisce l'aria aspirata pel tubo *a*: uscita tutta l'acqua, si chiudono i due tubi con cera, e si porta la bottiglia in un bagno d'acqua tenendovela capovolta, nella qual situazione se ne estrae il turacciolo insieme coi tubi. Ella è cosa facile il travasare l'aria da questo recipiente in un eudiometro per sottoporvela all'analisi, la quale si eseguirà secondo uno dei mezzi più semplici che abbiamo descritti (§. 151).

§. **225**. **Costruzione delle camere di piombo.** — La grande ampiezza che si dà alle camere di piombo negli apparecchi ora impiegati, richiede alcune precauzioni nella loro costruzione. Siccome scorgesi nella fig. 182 ogni camera è sostenuta da una robusta armatura di travi di legno, alle quali si fissano col mezzo di chiodi asticelle di piombo, le quali vengono poi fissate con saldatura alla superficie esterna della lamina di piombo che fa la parete della camera. La lastra che forma il celo della camera è sostenuta per mezzo di travicelli, ai quali si fissano lastre saldate colla lamina di piombo, ed unite col mezzo di spranghe di ferro alle travi dell'armatura. Così fissate le pareti della camera conservano un certo grado di mobilità, che non osta a quei movimenti di dilatazione e di stringimento, ai quali esse vanno necessariamente soggette ogni

qual volta cangiasi la loro temperatura; il fondo della maggior camera non è fissato alle pareti laterali, le quali vi entrano come il fanno le pareti di una scatola nel coperchio: siccome scorgesi nella *fig.* 189, la chiusura è fatta dall'acqua che copre di continuo il fondo di essa e vi fa l'ufficio di valvola.

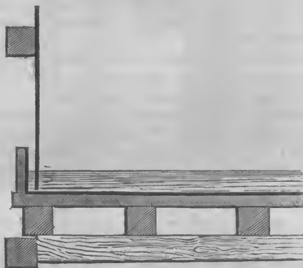


fig. 189

La costruzione di camere di piombo di grandi capacità, quali sono quelle che abbiamo descritto, richiede che si uniscano molte lastre di piombo le une alle altre, nè ciò può farsi senza aver ricorso alle saldature. Per lo più queste si fanno col mezzo di una lega di stagno e piombo, ed affinchè esse resistano all'azione corrodente dei corpi coi quali devono trovarsi a contatto, s'impiega la lega di una parte del primo e due del secondo, e si applica in modo che internamente sia quasi tutta ricoperta da una delle due lamine di piombo che essa riunisce. Malgrado queste precauzioni, frequenti occorrono le corrosioni nelle saldature. Affine di evitare questo inconveniente il sig. Desbassins di Richemont propose l'applicazione della saldatura autogena, operata col mezzo del cannello a gas idrogeno, col cui soccorso si può saldare il piombo col piombo senza che sia d'uopo interporvi una lega più fusibile, quale è quella di stagno e piombo. Del modo di fare questa saldatura abbiamo già detto parlando del gas idrogeno (§. 52).

§. **226. Concentrazione dell'acido solforico.** — L'acido solforico che da tutto l'apparecchio si raccoglie nella gran camera, non è al grado di concentrazione che vi esigono le arti ed il commercio: l'areometro di Baumé immerso in esso non vi segna che 50 gradi: esso può considerarsi come una soluzione d'acido monoidratato nell'acqua, e tuttochè per alcuni usi industriali possa in tale stato adoperarsi, viene tuttavia per l'ordinario sottoposto all'operazione della concentrazione. Per estrarlo dalla camera usasi fissare all'angolo più declive del fondo di questa una chiave o galletto di piombo o di platino, il quale aperto permette l'uscita dell'acido, che col mezzo di un tubo può dirigersi negli apparecchi condensatori.

La concentrazione dell'acido solforico si fa per mezzo dell'evaporazione, la quale fino ad un certo segno si può eseguire in vasi di piombo: per compierla è forza ricorrere a recipienti di platino o di vetro, perciocchè il piombo verrebbe ossidato e corroso dall'acido solforico molto concentrato e sotto l'influenza di un'elevata temperatura.

La *fig.* 190 rappresenta un apparecchio di concentrazione compiuto. A e B sono due caldaie di piombo poco profonde ma di grande superficie, fatte con una sola lastra di piombo per ciascuna, o risultanti da più lastre riunite col mezzo della saldatura autogena; la loro spessezza di 3 o 4 millimetri : esse sono collocate su d'un suolo fatto di lastre di ferro fuso; in esse, o col mezzo d'un sifone, o per altra guisa, si pone l'acido che si estrae dalla gran camera, e vi si concentra finchè segni 60 gr. all'areometro. Esse hanno un focolare loro proprio C. D, è un allambicco di platino, che è destinato all'ulteriore concentrazione dell'acido; esso è collocato sopra un focolare C', il quale tuttavia comunica col cammino del focolare delle caldaie, per modo che, quando v'ha fuoco in C', si può spegnere quello che erasi acceso in C, ed allora le caldaie di piombo vengono riscaldate dal calore perduto del fuoco in C'. Delle due caldaie la prima A riceve capovolto un coperchio che coi suoi orli s'immerge nell'acido solforico, e col suo fondo sta alquanto distante dal pelo del liquido. Due fori sono praticati ai due estremi del coperchio, e si uniscono a due tubi *a a'*, col mezzo dei quali si fa circolare sopra l'acido solforico una corrente d'acido solforoso. Il coperchio essendo diviso da diaframmi, l'acido solforoso è costretto a serpeggiare ed a percorrere tutta la superficie del liquido. Lo scopo di questa disposizione si è di di-

struggere i composti ossigenati dell'azoto che fossero sciolti nell'acido solforico.

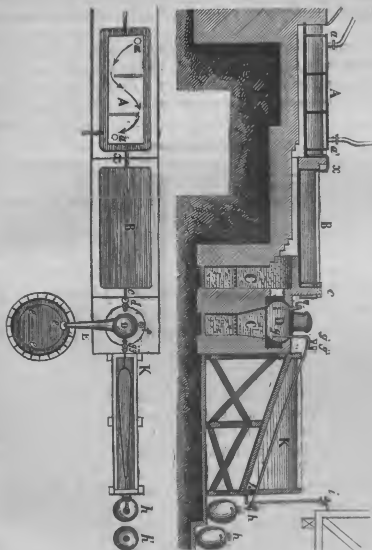


fig. 190

Le due caldaie A e B sono collocate a diverso livello; la prima, più alta e più lontana dal focolare, riceve l'acido immediatamente dalla gran camera: essa è munita d'un sifone x, col cui mezzo l'acido che già alquanto vi si concentrò, si travasa nella seconda B, la quale è

più vicina al focolare e perciò più riscaldata, ed in cui l'acido si porta a 60° dell'areometro. Una *chiave-sifone* c travasa l'acido di questa caldaia nell'allambicco di platino B, in cui si termina la concentrazione.

Lo strumento che chiamasi chiave-sifone è rappresentato in grandi dimensioni nella *fig.* 191. B, rappresenta una parte di una caldaia di piombo in cui l'acido solforico si porta a 60 gradi A., e si dispone a maggiore concentrazione da eseguirsi nell'allambicco di platino.

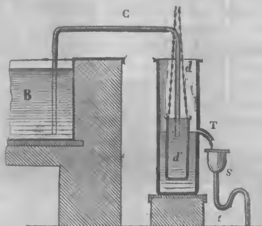


fig. 191

S, è il tubo ricurvo comunicante colla capacità dell'allambicco, ed in cui dev'essere versato l'acido contenuto nella caldaia B. *d*, è un cilindro di grès, a fondo piano e sostenuto da uno zoccolo; a metà della sua altezza esso porta un tubetto T che sovrasta all'imbuto del tubo S, ed in esso versa l'acido solforico. C, è un sifone di piombo a braccia d'eguale lunghezza, il quale s'immerge da una parte nel liquido della caldaia B, e dall'altra entra nel cilindro *d*; quivi esso è ricevuto da un altro piccol cilindro *d'* concentrico a *d*, il quale sostenuto da catenelle o fili di platino può a volontà abbassarsi od elevarsi. Per disporre la chiave-sifone in modo da porla in azione, si colloca in sito il cilindro *d*, vi s'introduce il cilindro *d'*, poi si riempie d'acqua il sifone *c*, che s'immerge da una parte nell'acido della caldaia B, dall'altra nel piccol cilindro *d'*. L'apparecchio essendo disposto nel modo indicato dalla figura 191, l'acido cola pel sifone nel piccol cilindro *d'*, e quando l'abbia riempiuto si versa nel cilindro *d*, e giunto all'altezza

del becco T si versa nel sottoposto imbuto S. Si osservi che il liquido nel cilindro *d* sta a livello del becco T', e ne fluisce finchè il cilindro *d'* sta nel posto indicato dalla figura; che se esso viene a sollevarsi, immediatamente si abbassa il suo livello, e l'afflusso pel becco T cessa immediatamente: che inoltre l'afflusso da B in *d'* si continua finchè il livello del liquido contenuto in questo è inferiore al livello del liquido della caldaia. Quindi si comprende che quando si voglia sospendere lo scolo dell'acido dalla caldaia nell'allambicco, non si avrà da fare altro che sollevare il cilindro *d'*, tirando in su le catenelle che lo sostengono, le quali si uniscono ad una funicella che scorre su d'una puleggia, ed è a portata di chi attende all'operazione del concentramento dell'acido solforico nell'allambicco. Egli è evidente che questo strumento si acconcia molto bene all'uso a cui è destinato, e che opera veramente come una chiave, avendone tutti i vantaggi senza verun inconveniente. Le parti di quest'apparecchio sono sommamente semplici e poco costose, e non essendo soggette a fregamenti non si consumano e non si guastano in verun modo.

L'apparecchio a concentrazione di platino D (*fig.*190), merita speciale attenzione. La sua forma è quella di un allambicco ordinario a ventre molto dilatato e di poca altezza. Al suo capitello è aggiunto un tubo E, che si continua in un serpentino *e e e* immerso in un refrigeratore, ed in cui si condensa il vapore acquoso che il calore separa dall'acido che si concentra: l'acqua condensata non viene gettata come inutile: essa ha un'acidità assai forte cagionata da una parte di acido solforico che si è evaporata, e per ciò si serba per versarla sul fondo della gran camera in cui si satura di nuovo acido solforico. Al ventre dell'allambicco è unito un tubo piegato a modo di S, munito di un imbuto al suo estremo superiore, e che si apre col suo estremo inferiore a mezza altezza dell'allambicco: la chiave sifone *c*, la quale è annessa alla caldaia B, vi versa l'acido da concentrarsi. Il liquido che rimane nella curvatura ad S di questo tubo, lo chiude a modo di valvola, ed impedisce che i vapori si facciano strada per esso. Alla parte opposta a quella occupata dal tubo ad S descritto, l'allambicco si trova munito di un sifone *g g' g''* anch'esso di platino, il cui braccio corto s'interna nel ventre fino verso il fondo. Il braccio lungo discende obliquamente fuori dell'allambicco, e terminasi con un'apertura a chiave. La fig. 190 mostra come questo sia immerso nel fondo di un refrigeratore K pieno d' acqua fredda , la quale continuamente si rinnova ,

penetrandovi dal basso ed uscendo per mezzo d'un orifizio sull'alto di esso: a tal rinnovamento serve un serbatoio pieno d'acqua munito di chiave *i*, a cui si adatta un tubo che penetra nella parte inferiore di K. L'uso del sifone è di estrarre dall'allambicco l'acido concentrato ed ancora bollente, e raffreddarlo nel momento stesso dell'estrazione, precauzione questa necessaria per evitare la rottura dei vasi nei quali lo si riceve. Affine di rendere il raffreddamento più pronto, il braccio discendente del sifone appena entrato nel refrigeratore si divide in due tubi, i quali camminano dapprima separati, quindi insieme si riuniscono prima di uscirne. Con questo artifizio dovuto al sig. Bréant, l'acido trovasi in contatto d'una superficie più estesa di metallo raffreddato dall'acqua, talchè il suo raffreddamento si fa più celere che col mezzo di un solo tubo. Talvolta si porta il numero dei tubi a quattro. Quando vogliasi estrarre l'acido concentrato dalla caldaia, è d'uopo che si carichi il sifone, cioè che se ne riempisca il lungo braccio con acido solforico concentrato; a tal uopo servono i due imbuti g' g'', i quali possono chiudersi con turaccioli di platino che vi entrano a giusto fregamento. Chiusa la chiavetta, che termina in basso questo braccio, si tolgono i turaccioli dei due imbuti, e pell'imbuto g'' si versa tanto acido solforico che basti per riempiere il braccio del sifone. Allora si pone il turacciolo nell'imbuto g'', e si aggiunge in g' ancora una piccola quantità d'acido perchè si riempisca altresì la curvatura del sifone: posto rapidamente il turacciolo a g', si apre la chiave, e l'acido ne cola sicchè l'allambicco ne rimane vuotato fino al livello dell'orifizio inferiore del braccio corto. All'acido estratto se ne sostituisce una nuova porzione di quello della caldaia B ancora da concentrarsi, col mezzo del tubo ad S e della chiave-sifone *c*.

Procedendo in questa guisa la concentrazione ha un andamento intermittente, e l'estrazione dell'acido dall'allambicco non si fa che quando esso è giunto al grado di concentrazione voluto, il che è facile riconoscere dalla densità del liquido che si riceve dal serpentino *e e*, il quale allora segna circa 66 gr. all'areometro di Baumé.

L'estrazione dell'acido non debbe essere totale; la figura indica chiaramente che il braccio corto del sifone non giunge a toccare il fondo dell'allambicco, in cui perciò ad ogni estrazione d'acido concentrato ne rimane ancora una quantità sufficiente per mantenervi a grado elevato la temperatura, malgrado che vi s'introduca nuovo

acido da concentrarsi. Se l'estrazione dell'acido concentrato si facesse intera, l'allambicco verrebbe dal nuovo acido che vi sopraggiunge rapidamente raffreddato, quindi anderebbe soggetto a pronte vicende di dilatazione e stringimento, per le quali il platino verrebbe a perdere la sua resistenza, ed anche a rompersi (1).

Si può, se pur vuolsi, rendere continua la concentrazione dell'acido. Per tale oggetto è d'uopo far sì che l'estrazione dell'acido già concentrato si faccia lenta e continuata, e contemporaneamente fluisca nell'allambicco un equivalente volume d'acido da concentrarsi per mezzo della chiave-sifone e del tubo ad S; il liquido nell'allambicco si conserva in tal caso ad un livello costante. Egli è però vero di dire che in pratica è assai difficile, procedendo in tal guisa, ottenere un acido a 66°.

Il meglio è far l'estrazione dell'acido in modo intermittente, non estraendo ad ogni volta che una piccola parte dell'acido dell'allambicco. Estratto l'acido concentrato, se ne surroga un'eguale quantità col mezzo della chiave-sifone. Un galleggiante opportunamente disposto nel ventre dell'allambicco, e sporgente in *f* (*fig.* 190). Segna l'altezza massima a cui può ascendere il liquido da distillarsi, e che non deve essere oltrepassata.

L'acido si raccoglie entro bottiglie di grès *h h'* (fig. 190), nelle quali si lascia compiutamente freddare prima d'introdurlo nelle damegiane nelle quali si conserva e si vende.

L'allambicco descritto pesa ordinariamente 52 chilog.; esso ha tale capacità che in 24 ore vi si possono concentrare 4000 chilog. d'acido solforico. Il prezzo elevato del platino (2) osta a che siffatto istrumento venga introdotto nelle fabbriche che dispongono di tenui capitali: egli è però vero che se il fabbricante usa le precauzioni necessarie per evitare le vicende di temperatura e gli urti meccanici, l'allambicco di platino non si altera neanche per lunghissimo uso. Ella è cosa essenziale altresì il ricordarsi che un acido solforico in cui si contenga cloro, corrode il platino; che quindi l'acido nitrico

(1) I cangiamenti di temperatura e gli urti meccanici ai quali è soggetto l'allambicco di platino, vi cagionano talvolta fori o fessure, che lo renderebbero inetto ad ulteriore servizio: a tali soluzioni di continuità si può tuttavia senza difficoltà porre rimedio chiudendole con una saldatura la quale dev'essere d'oro puro.

(2) In questi ultimi anni il prezzo del platino si elevò immensamente, cioè fino a fr. 1280 il chilogr.; mentre 9 o 10 anni in addietro non costava che fr. 600.

che si adopera nella fabbricazione di questo prodotto, debb'essere esente d'acido cloridrico. Si avverta inoltre che se insieme all'acido da concentrarsi s'introducesse nell'allambicco anche una piccolissima particella di piombo metallico, ne risulterebbe senza fallo un foro, perciocchè il piombo sotto elevata temperatura contrae combinazione col platino, e vi fa una lega che si fonde facilmente.

Nelle piccole fabbriche la concentrazione dell'acido solforico si fa entro storte di vetro S (*fig.* 192), disposte entro un forno a galera,

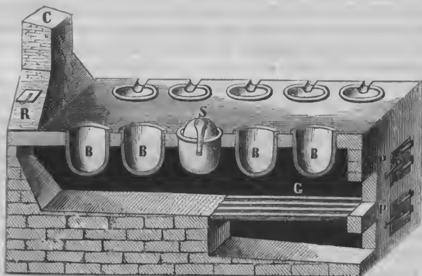


fig. 192

il quale ne riceve 8 o 10 od anche maggior numero: ciascuna storta si carica con 50 chilogrammi circa d'acido da concentrarsi, e ciascuna è collocata in un bagno di sabbia isolato B B, per modo che se una di esse si rompe, non si ha altro a fare che estrarre il bagno di sabbia, e sostituirvene un altro con altra storta. L'acido vi si concentra col mezzo della distillazione; la figura mostra in G la graticola su cui si fa il fuoco: la fiamma percorre tutta la lunghezza del forno, e viene quindi a perdersi nel cammino C, munito di un registro R col cui mezzo si regola il tirante, e perciò la produzione del calore e la rapidità della distillazione. P P, sono due porte, la superiore serve all'introduzione del combustibile; l'inferiore si apre sotto la graticola e nel cenerario. L'operazione si arresta quando dal collo della storta si

sprigionano vapori bianchi e dènsi, e ne cadono gocce d'acido fumanti all'aria.

Le storte di vetro potrebbero considerarsi come ottimi strumenti per la concentrazione dell'acido solforico, se non fosse della loro fragilità. È raro che esse possano servire per più di 5 o 6 operazioni: quando l'acido vi è alquanto concentrato, egli accade che il vapore se ne sprigioni ad intervalli e con urti violenti, ai quali raramente le pareti di vetro possono resistere. Si scema questo inconveniente col porre in ciascuna storta insieme coll'acido solforico o frantumi di vetro o fili di platino attorcigliati a spirale. In qualunque modo si concentri l'acido solforico, l'acqua che ne distilla è acida; essa segna 40 gradi incirca all'areometro di Baumé. Perciò essa non deve rigettarsi come inutile, e si conserva per poi introdurla nelle camere di piombo per nuove operazioni.

§. **227.** — L'acido solforico all'uscire dalle camere di piombo non è un prodotto puro; esso può contenere molti materiali stranieri, dei quali alcuni si eliminano nella concentrazione, altri no.

Egli accade talvolta che la combustione del solfo non si faccia in contatto di quantità sufficiente d'aria; ed in questo caso se ne sublima alquanto nelle camere, e l'acido solforico ne esce lattiginoso e torbido. La presenza del solfo cagiona una perdita d'acido solforico, perciocchè nella concentrazione una parte di esso si decompone mutandosi in acido solforoso, e convertendo in questo stesso acido il solfo che vi era sospeso.

L'acido solforico delle camere contiene bene spesso acido nitrico, od acido iponitrico o nitroso: in questo caso, aggiungendovi acqua, se ne sprigionano vapori rutilanti: la concentrazione non discaccia che una parte di questi composti ossigenati dell'azoto. Siffatto acido non può servire per molti usi delle arti, come sarebbe la dissoluzione dell'indaco; questa sostanza infatti quando venga a reagire con acido nitrico sotto l'azione del calore si converte in una materia gialla, che è un prodotto della sua ossidazione; quindi la sua soluzione in un acido solforico nitroso ha sempre una tinta verdastra, che risulta dalla mescolanza del giallo coll'azzurro naturale dell'indaco.

A riconoscere che l'acido solforico è impuro per mescolanza degli accennati composti ossigenati dell'azoto, usasi per lo più allungarne

alquanto con acqua, quindi aggiungervi qualche goccia di dissoluzione d'indaco nell'acido solforico, e scaldare il miscuglio fino alla bollizione. Se impuro è l'acido solforico, la tinta azzurra prontamente svanisce.

Desbassins de Richemont ha consigliato di procedere in altra guisa. All'acido solforico concentrato si aggiunge un cristallo di solfato di protossido di ferro (vetriolo verde). Questo sale, se v'ha anche piccola quantità d'un composto ossigenato dell'azoto, si colora più o meno rapidamente in bruniccio od in bruno violaceo.

Ad ogni modo se la fabbricazione dell'acido solforico è ben condotta, il prodotto non debbe avere di tali impurità. Ottenere l'acido solforico affatto esente dai composti ossigenati dell'azoto sarà facile a tutti i fabbricanti, introducendo nelle lor camere di piombo le modificazioni che furono proposte da Gay-Lussac, che abbiamo descritto a §. 222. Se poi l'acido solforico riuscisse nitroso, e si destinasse a tal uso che esigesse l'assoluta assenza dei composti ossigenati dell'azoto, lo si potrà sottoporre ad una corrente d'acido solforoso, che li distrugge compiutamente: l'eccedente acido solforoso si potrà discacciare col mezzo della concentrazione, ed anche dirigere nelle camere di piombo per la produzione di nuovo acido solforico. Accenneremo che il sig. Pelouze propose di distrurre i composti ossigenati dell'azoto nell'acido solforico, aggiungendo a questo prodotto prima della concentrazione un po' di solfato d'ammoniaca. Sotto l'azione del calore si forma acqua e si sviluppa azoto.

Quando il solfo che si adopera per la preparazione dell'acido solforico è arsenifero, o quando per lo stesso uso s'impiegano piriti che contengono arsenico, egli accade che l'acido solforico contenga acido arsenioso. Siffatto acido, allungato con acqua, fornisce un precipitato giallo quando vi si versa una soluzione d'acido solfidrico: reagendo con zinco produce un idrogeno, che è misto con gas idrogeno arsenicato (1). L'acido solforico in tal caso non può servire per molti usi, specialmente per la preparazione dei solfati che debbono impiegarsi negli usi medici, quali sono i solfati di magnesia, di chinina ecc.

In questo caso Dupasquier consiglia di aggiungere all'acido im-

(1) Del modo di riconoscere la presenza dell'acido arsenioso e degli altri composti d'arsenico si parlerà a suo luogo.

puro alquanto solfuro di bario. Ne risultano solfuro d'arsenico e solfato di barita, che ambidue si precipitano: l'acido reso limpido col riposo si decanta e quindi si concentra.

L'acido solforico del commercio contiene sempre solfato di piombo. Questo sale, insolubile nell'acido allungato, si scioglie nell'acido alquanto concentrato. Se prendasi acido solforico del commercio, e si allunghi con acqua, se ne precipiterà un polviscolo bianco pesante, che sarà solfato di piombo. La formazione di questo sale si comprende facilmente, perciocchè il contatto dei vapori nitrici col piombo, debbe cagionare l'ossidazione di una parte di questo metallo, a cui debbe succedere la combinazione dell' ossido di piombo coll'acido solforico.

Inoltre l'acido solforico contiene spesso solfato di calce proveniente dall'acqua, che sul principio della sua fabbricazione si pone sul fondo della gran camera.

Ambidue i solfati accennati si possono riconoscere evaporando alquanto acido in una cassola di porcellana. A separare questi sali ambidue fissi sotto l'azione del calore, serve la distillazione, operazione che il chimico industriale non eseguisce, e che solo si pratica nei laboratorii affine d'ottenere acido solforico puro.

La distillazione dell'acido solforico si fa in una storta di vetro lutata, collocata in un bagno di sabbia, e coperta da un capitello. In essa si versa l'acido, quindi s'introducono alcuni frammenti o fili di platino, destinati a rendere più facile la bollizione. Non debbesi molto raffreddare il pallone in cui l'acido si riceve, perciocchè questo vi cade a 327 gr., e venendo in contatto del vetro freddo, facilmente ne determinerebbe la rottura.

La difficoltà più grande che s'incontra nella distillazione dell'acido solforico sta nell'irregolarità della bollizione di questo liquido, il quale, tuttochè scaldato a temperatura conveniente, non si evapora sensibilmente, e quindi tutto ad un tratto manda sbuffi di vapore, i quali scuotono violentemente la storta, e ne cagionano la rottura. Ad ovviare a questo inconveniente giova che il calore non si applichi al fondo della storta, ma piuttosto a quella parte del suo ventre che corrisponde al livello dell'acido che essa contiene.

La *figura* 193 mostra quale è la disposizione che si può dare all'apparecchio per ottenere l'intento. In essa si scorge la storta collo-

cata in una graticola annulare; il suo fondo sporge al dissotto della graticola e non sente l'azione del fuoco; per l'incontro trovasi scaldata dal combustibile la parte del ventre che si accosta al livello del liquido. I vapori che il calore fa svolgere non hanno per tal guisa

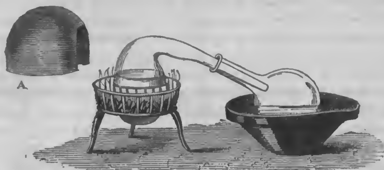


fig. 193

da attraversare che un tenue strato d'acido solforico, e si sprigionano liberamente senza sbuffi e scosse. Sul volto della storta giova collocare un capitello o cuffia di ferro A, il quale concentra il calore sovra la parte che esso copre, ed impedisce che il vapore vi si condensi e ricada nel ventre: così quanto si evapora vien condotto a condensarsi nel collo della storta, e là dove l'inclinazione sua conduce il liquido entro il pallone.

§. **228. Caratteri dell'acido solforico ed 1 equiv. d'acqua.** — L'acido solforico ed 1 equiv. d'acqua è liquido alla temperatura ordinaria, ha una consistenza oleosa, bolle a +327° (1), non si congela che a —35°. Non ha odore veruno, ed è, se puro, perfettamente incoloro. Ha sapore schiettamente acido, e colora in rosso vivo la tintura di tornasole. All'areometro di Baumé segna gr. 66 alla temperatura di +15°, e la sua densità è =1,842. Allungato con acqua scema di densità, e l'areometro segna allora gradi minori.

Vauquelin e Darcet hanno istituiti esperimenti affine di determinare la relazione che è tra la densità dell'acido solforico, il grado che segna all'areometro, e la maggiore o minore proporzione d'acqua

(1) Secondo Ure l'acido solforico concentrato bolle a 326°, e si congela a —34°.

che esso contiene in 100 parti. La seguente tavola presenta i risultamenti delle loro investigazioni.

Gradi dell'areometro di Baumé	Densità dell'acido, l'acqua essendo 1	Quantità d'acido SO^3,HO per 100	Quantità d'acqua per 100	Nome dell'Osservatore
66	1,842	100	0	Vauquelin
60	1,725	84,22	15,78	id.
60	1,717	82,34	17,66	Darcet
55	1,618	74,32	25,68	Vauquelin
55	1,618	74,32	25,68	Darcet
54	1,613	72,70	27,30	id.
53	1,586	71,17	28,83	id.
52	1,566	69,30	30,70	id.
51	1,550	68,30	31,70	id.
50	1,532	66,45	33,55	id.
50	1,524	66,45	33,55	Vauquelin
49	1,515	64,37	35,63	Darcet
48	1,500	62,80	37,20	id.
47	1,482	61,32	38,68	id.
46	1,466	59,85	40,15	id.
45	1,454	58,02	41,98	id.
45	1,466	58,02	41,98	Vauquelin
40	1,375	50,41	49,59	id.
35	1,315	43,21	66,79	id.
30	1,260	36,52	63,48	id.
25	1,210	30,12	69,88	id.
20	1,162	24,01	75,99	id.
15	1,114	17,39	82,61	id.
10	1,076	11,73	88,27	id.
6	1,023	6,60	93,40	id.

Più recentemente il sig. Binaud sottopose a nuove ricerche i miscugli d'acqua ed acido solforico, e diede ad uso dei fabbricanti e manifattori la seguente tavola, che potrà venire all'uopo consultata.

TAVOLA *dei gradi areometrici e delle densità dell'acido solforico a varii gradi di concentrazione, e delle quantità d'acido monoidrato ed anidro che esso contiene in 100 parti.*

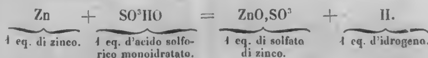
Gradi del pesa-acidi	Densità	a temp. 0°		a temp. +15°		Gradi del pesa-acidi	Densità	a temp. 0°		a temp. +15°	
		Acido monoidrato in 100	Acido anidro in 100	Acido monoidrato in 100	Acido anidro in 100			Acido monoidrato in 100	Acido anidro in 100	Acido monoidrato in 100	Acido anidro in 100
5	1,036	5,1	4,2	5,4	4,5	50	1,530	61,4	50,1	62,6	51,1
10	1,075	10,3	8,4	10,9	8,9	51	1,546	62,9	51,3	63,9	52,2
15	1,116	15,5	12,7	16,3	13,3	52	1,563	64,4	52,6	65,4	53,4
20	1,161	21,2	17,3	22,4	18,3	53	1,580	65,9	53,8	66,9	54,6
25	1,209	27,2	22,2	28,3	23,1	54	1,597	67,4	55,0	68,4	55,8
30	1,262	33,6	27,4	34,8	28,4	55	1,615	68,9	66,2	70,0	57,1
33	1,296	37,6	30,7	38,9	31,8	56	1,634	70,5	57,5	71,6	58,4
35	1,320	40,4	33,0	41,6	34,0	57	1,652	72,1	58,8	73,2	59,7
36	1,332	41,7	34,1	43,0	35,1	58	1,671	73,6	60,1	74,7	61,0
37	1,345	43,1	35,2	44,3	36,2	59	1,691	75,2	61,4	76,3	62,3
38	1,357	44,5	36,3	45,5	37,2	60	1,711	76,9	62,8	78,0	63,6
39	1,370	45,9	37,5	46,9	38,3	61	1,732	78,6	64,2	79,8	65,1
40	1,383	47,3	38,6	48,4	39,5	62	1,753	80,4	65,7	81,7	66,7
41	1,397	48,7	39,7	49,9	40,7	63	1,774	82,4	67,2	83,9	68,5
42	1,410	50,0	40,8	51,2	41,8	64	1,796	84,6	69,0	86,3	70,4
43	1,424	51,4	41,9	52,5	42,9	65	1,819	87,4	71,6	89,5	73,0
44	1,438	52,8	43,1	54,0	44,1	65,5	1,830	89,1	72,7	91,8	74,9
45	1,453	54,3	44,3	55,4	45,2	65,8	1,837	90,4	73,8	94,5	77,1
46	1,468	55,7	45,5	56,9	46,4	66	1,842	91,3	74,5	100,0	81,6
47	1,483	57,1	46,6	58,2	47,5	66,2	1,846	92,5	75,5		
48	1,498	58,5	47,8	59,6	48,7	66,4	1,852	95,0	77,5		
49	1,514	60,0	49,0	61,1	50,0	66,6	1,857	100,0	81,6		

Quando si voglia determinare sperimentalmente e con sufficiente esattezza la proporzione d'acido monoidratato od anidro che si contiene in una soluzione d'acido solforico, si potrà procedere nel modo seguente. Si prenda una lastra di zinco puro per quanto è possibile, e si pesi esattamente; d'altra parte si prenda una gramma (1000 milligr.) esattamente pesata d'acido solforico, si allunghi con acqua, vi s'immerga quindi la lastra di zinco, e vi si lasci finchè la reazione sia compiutamente cessata, il che si conoscerà alla cessazione dello sprigionamento di gas idrogeno; a quel punto si estragga la lamina, si

asciughi e si pesi; si avrà una diminuzione di peso, che rappresenterà la quantità di zinco che venne disciolta dall'acido, la quale avrà un rapporto necessario colla quantità d'acido monoidratato che si conteneva nell'acido impiegato. Infatti

L'equivalente dell'acido solforico anidro è 500 = Solfo 1 eq. = 200
Ossig. 3 eq. = 300
500

vi si aggiunga 1 eq. d'acqua eguale a 112,5. Si avrà l'equivalente dell'acido monoidratato =612,5. Questa quantità d'acido monoidratato discioglie e converte in solfato un equivalente di zinco =406,5, secondo la formola



Chiamiamo P la quantità di zinco che si è disciolta in 1000 milligr. di acido solforico; x la quantità d'acido solforico monoidratato che si conteneva nei 1000 milligr. d'acido impiegato, potremo stabilire la proporzione

406,5	:	612,5	: :	P	:	x
1 eq. di zinco.		1 eq. d'acido solforico monoidratato.		Peso di zinco disciolto.		Quantità d'acido monoidratato in 1000 milligr.

Supponiamo che la lastra di zinco abbia perduto 355 milligr. di suo peso. Si avrà

$$406,5 : 612,5 :: 355 : x = \frac{612,2 \times 355}{406,5} = 535,14.$$

L'acido adunque era composto in 1000 parti da acido monoidratato 535,14, acqua 464,86.

Se si chiedesse la quantità d'acido anidro che contiene l'acido medesimo, non si avrebbe che a mutare il secondo termine della proporzione, essendo l'equivalente dell'acido anidro =500. La proporzione sarebbe in tal caso

$$406,5 : 500 :: P : x \ldots\ldots$$

Nella seguente tavola poniamo di fronte le quantità di zinco disciolte da varii miscugli d'acido solforico e d'acqua, e le corrispondenti ricchezze dei medesimi miscugli in acido monoidratato ed in acido anidro.

TAVOLA *delle quantità di zinco disciolte da 1 gramma d' acido solforico, e delle quantità corrispondenti d'acido monoidratato e d'acido anidro.*

Zinco disciolto da 1 gr. d'acido	Acido monoidrato	Acido anidro	Zinco disciolto da 1 gr. d'acido	Acido monoidrato	Acido anidro
gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
0,664	1,000	0,816	0,505	0,761	0,621
0,660	0,994	0,812	0,500	0,753	0,615
0,655	0,986	0,805	0,495	0,746	0,608
0,650	0,979	0,800	0,490	0,738	0,602
0,645	0,972	0,793	0,485	0,731	0,596
0,640	0,964	0,786	0,480	0,723	0,590
0,635	0,957	0,780	0,475	0,716	0,584
0,630	0,950	0,774	0,470	0,708	0,578
0,625	0,942	0,768	0,465	0,701	0,572
0,620	0,934	0,762	0,460	0,693	0,566
0,615	0,927	0,756	0,455	0,686	0,559
0,610	0,919	0,750	0,450	0,678	0,553
0,605	0,912	0,744	0,445	0,671	0,547
0,600	0,905	0,737	0,440	0,663	0,541
0,595	0,897	0,731	0,435	0,655	0,535
0,590	0,889	0,725	0,430	0,648	0,528
0,585	0,881	0,719	0,425	0,640	0,522
0,580	0,874	0,713	0,420	0,633	0,516
0,575	0,866	0,707	0,415	0,625	0,510
0,570	0,859	0,701	0,410	0,618	0,504
0,565	0,851	0,694	0,405	0,610	0,498
0,560	0,844	0,688	0,400	0,603	0,492
0,555	0,836	0,682	0,395	0,595	0,486
0,550	0,829	0,676	0,390	0,588	0,480
0,545	0,821	0,670	0,385	0,580	0,473
0,540	0,814	0,664	0,380	0,573	0,467
0,535	0,806	0,657	0,375	0,565	0,461
0,530	0,799	0,651	0,370	0,557	0,455
0,525	0,791	0,645	0,365	0,550	0,449
0,520	0,783	0,639	0,360	0,543	0,443
0,515	0,776	0,633	0,355	0,535	0,436
0,510	0,768	0,627	0,350	0,527	0,430

Zinco disciolto da 1 gr. d'acido	Acido monoidrato	Acido anidro	Zinco disciolto da 1 gr. d'acido	Acido monoidrato	Acido anidro
gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
0,345	0,520	0,424	0,170	0,256	0,209
0,340	0,512	0,418	0,165	0,248	0,203
0,335	0,505	0,412	0,160	0,241	0,196
0,330	0,497	0,406	0,155	0,233	0,190
0,325	0,489	0,400	0,150	0,226	0,184
0,320	0,482	0,393	0,145	0,218	0,178
0,315	0,475	0,387	0,140	0,211	0,172
0,310	0,467	0,381	0,135	0,203	0,166
0,305	0,459	0,375	0,130	0,195	0,159
0,300	0,452	0,368	0,125	0,188	0,153
0,295	0,444	0,362	0,120	0,180	0,147
0,290	0,437	0,356	0,115	0,173	0,141
0,285	0,429	0,350	0,110	0,165	0,135
0,280	0,422	0,344	0,105	0,158	0,129
0,275	0,414	0,338	0,100	0,150	0,123
0,270	0,407	0,332	0,095	0,143	0,116
0,265	0,349	0,325	0,090	0,135	0,110
0,260	0,391	0,319	0,085	0,128	0,104
0,255	0,384	0,313	0,080	0,120	0,098
0,250	0,376	0,307	0,075	0,113	0,092
0,245	0,369	0,301	0,070	0,105	0,086
0,240	0,361	0,295	0,065	0,097	0,079
0,235	0,354	0,289	0.060	0,090	0,073
0,230	0,346	0,283	0,055	0,082	0,067
0,225	0,339	0,276	0,050	0,075	0,061
0,220	0,331	0,270	0,045	0,067	0,055
0,215	0,324	0,264	0,040	0,060	0,049
0,210	0,316	0,258	0,035	0,052	0,043
0,205	0,309	0,252	0,030	0,045	0,036
0,200	0,301	0,246	0,025	0,037	0,030
0,195	0,294	0,240	0,020	0,030	0,024
0,190	0,286	0,233	0,015	0,022	0,018
0,185	0,278	0,227	0,010	0,015	0,012
0,180	0,271	0,221	0,005	0,007	0,006
0,175	0,263	0,215			

§. **229**. — Il punto di bollizione è vario nella varie diluzioni dell'acido solforico, e diminuisce a misura che cresce la proporzione dell'acqua.

Tavola *dei punti di bollizione dell'acido solforico a diversi gradi di concentrazione.*

Densità	Punti di bollizione	Densità	Punti di bollizione
1,852	327° cent.	1,769	217° cent.
1,849	318 »	1,759	212 »
1,848	310 »	1,744	204 »
1,847	301 »	1,730	198 »
1,845	293 »	1,715	194 »
1,842	284 »	1,699	190 »
1,838	277 »	1,684	186 »
1,833	268 »	1,670	182 »
1,827	260 »	1,650	177 »
1,819	253 »	1,620	143 »
1,810	245 »	1,408	127 »
1,801	240 »	1,300	116 »
1,791	230 »	1,200	107 »
1,780	224 »	1,100	103 »

§. **230**. — Tra i vari gradi di diluzione dell'acido solforico uno si debbe particolarmente notare, che è l'acido solforico biidratato. Nei magazzeni nei quali si conserva acido solforico, avviene bene spesso che questo prodotto, nella fredda stagione, si rappigli in cristalli. Questi, che potrebbero a primo aspetto giudicarsi come dipendenti da impurità dell'acido, non sono altra cosa che una combinazione a proporzioni definite d'acido solforico con acqua. Infatti la loro composizione risulta da

Acido anidro 68,97
Acqua 31,03

ed in equivalenti, da

Acido solforico anidro . . . 500=1 eq.
Acqua . . . . 225=2 eq.

Quest'acido è liquido alla temperatura ordinaria; quando però si raffreddi verso lo zero si solidifica e si rappiglia in cristalli, i quali possono resistere anche ad una temperatura di +8° senza liquefarsi (1).

L'acido solforico monoidratato è adunque ancora capace di combinarsi con nuova quantità d'acqua. La sua affinità si svela per una notevole elevazione di temperatura, che si produce nell'atto che i due liquidi vengono a mescolarsi. Se a 500 parti d'acido monoidratato si aggiungono 150 parti d'acqua, il miscuglio prende una temperatura superiore a +100°. Quindi è che ogniqualvolta si voglia allungare con acqua l'acido solforico monoidratato, dovrassi procedere con lentezza, versando l'acido nell'acqua a poco a poco, ed agitando di quando in quando il miscuglio.

§. **231.** — Perchè avido d'acqua l'acido solforico monoidratato non debbe conservarsi in vasi aperti: in tal caso esso assorbirebbe vapore acquoso dall'aria, sicchè la sua densità verrebbe a diminuirsi. Così avviene quando si lascia aperto un fiaschetto non affatto pieno d'acido solforico; dopo qualche tempo trovasi il volume dell'acido notevolmente cresciuto, sicchè talvolta trabocca, e la sua densità scemata in ragione della quantità d'acqua assorbita (2). I chimici traggono partito di questa proprietà dell'acido solforico per essiccare i gas ed i corpi solidi polverosi, come pure per determinare una lenta evaporazione dei liquidi.

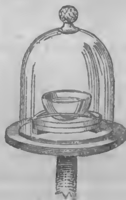


fig. 194

La *fig.* 194 rappresenta la disposizione

(1) Di altre combinazioni dell'acido solforico con l'acqua, state scoperte dai chimici, non facciamo parola, non essendo esse di veruna importanza pel chimico manifattore.

(2) Usansi ancora certi accendilumi, o fuscelli di legno, ad un estremo dei quali si fissa una pasta contenente clorato di potassa e solfo. Per accenderli se ne tuffa l'estremo, che porta il misto accennato in un ampollino in cui v'ha amianto inzuppato d'acido solforico concentrato. Come l'accensione si determini si vedrà a suo luogo. Ora ci basta osservare che se l'ampollino si lascia aperto, talchè l'aria vi abbia accesso, dopo qualche tempo lo si trova pieno di liquido, il quale è acido solforico allungato con acqua, ed è incapace di più accendere gli accendilumi che vi si tuffano.

più frequente dell'apparecchio che i chimici adoprano a tal uopo. Esso consta di una lastra di marmo spessa di qualche centimetro, sulla cui superficie superiore è scolpita un' incavatura circolare capace di ricevere senza fregamento l'orlo d'una campana di cristallo. Nell'area del circolo descritto dall'incavatura si pone un ampio bicchiere od una coppa contenente acido solforico concentrato (ad 1 eq. d'acqua), e sopra i cui orli si appoggia un sostegno metallico che porta, supponiamo, una soluzione che debbesi evaporare: quindi si versa alquanto mercurio nell'incavatura della lastra di marmo, e vi si capovolge la campana. Come l'operazione proceda è facile a concepirsi. L'acido solforico assorbe l' acqua vaporosa contenuta nell' aria circoscritta dalla campana, la quale resa avida di nuova umidità ne toglie all'acqua della soluzione, ma quindi nuovamente si essicca dall' acido solforico ecc., e così la cosa procede mano mano, finchè pel ministero dell'aria dell'apparecchio, tutta l'acqua passa dalla soluzione all'acido solforico.

L'affinità dell'acido solforico monoidratato per l'acqua, fa sì che quando questo corpo si trova in contatto delle materie organiche che contengono idrogeno, ossigeno, e carbonio, per lo più le distrugge facendovi predominare il carbonio, sicchè esse si colorano in nero.

La sostanza del legno, il filo di canape o di lino, la seta, la lana, le membrane animali quando stieno immerse anche per poco nell'acido solforico, presentano tutte questa mutazione, la quale come conseguenza di una vera decomposizione delle medesime, non può aver luogo senza che la loro coesione si scemi notevolmente o si distrugga. Da ciò si spiega il perchè una goccia d'acido solforico caduta su d'un abito, se anche per poco vi soggiorni, vi distrugga il tessuto e vi faccia un foro; e perchè una gocciola dello stesso acido applicata sulla cute dapprima vi produca un senso di calore, quindi di cociore molesto, e finalmente vi lasci un' ulceretta tanto larga quanto essa è.

§. **232.** — Analoghe ma più pronte sono le alterazioni che questo acido produce sulle membrane interne degli animali viventi, siccome è quella della bocca, dell'esofago, del ventricolo, quando per caso disgraziato venga ad essere posto in contatto con esse; l'erosione ed il traforamento delle medesime ne è la pronta conseguenza. Perciò l' acido solforico deve considerarsi come un potentissimo veleno. L'avvelenamento per questa sostanza ha luogo per lo più per errore;

infatti l'acido di cui discorriamo facilmente si confonde coi liquori alcoolici o rosolii non tinti da alcuna materia colorante, o con gli olii d'oliva o di semi oleosi con cui ha pari la consistenza. Raro è che se ne inghiottisca una notevole quantità, poichè l'errore si svela tosto che l'acido viene a toccare la lingua ed il palato, parti sensibilissime, nelle quali si eccita vivissimo dolore. Non mancano tuttavia esempi di persone che, credendolo un liquore di cui erano ghiotti, avidamente bevendone non ebbero tempo ad essere avvertiti dai sensi del loro fatale errore.

Il caso d'introduzione dell'acido solforico nelle vie digerenti è sempre di somma gravezza, e per lo più susseguito da morte, se pure la quantità dell'acido inghiottita non è piccolissima. La salvezza dell'avvelenato sta nella prontezza dei soccorsi, i quali consistono nell'amministrazione di sostanze capaci di diluire e saturare l'acido; quali sarebbero un'abbondante diluzione di magnesia nell'acqua, od una soluzione concentrata di sapone; e nel rimediar quindi alla gravissima infiammazione a cui soggiacciono tutte le parti che furono tocche dall'acido. In quegli opifizi adunque nei quali adoprasi l'acido solforico per operazioni industriali, è precauzione indispensabile il tenerlo custodito, e non lasciarne l'uso che a persona prudente, e soprattutto tenerlo in luogo dove non si trovi confuso con bevande colle quali si possa scambiare.

§. **233**. — Non tralascieremo di dire che nel trasportare l'acido solforico talvolta accidenti funesti succedono per rottura dei vasi, per lo più di vetro, che lo contengono. È cosa imprudente il portare sulle spalle o sul dorso un fiasco pieno di questo acido; se il fiasco si rompe, il liquido si spande sulle vesti del portatore, e se giunge alla cute la corrode e la ulcera. Se tal caso accadesse, sarebbe imprudente il versar acqua sugli abiti della vittima, perchè il male si renderebbe più grave pel calore che si produce dal contatto dell'acqua coll'acido. Il miglior partito sarebbe di togliere gli abiti, e d'asciugare con un cencio e prontamente quanto si può le parti tocche dall'acido; egli è allora che si può ricorrere alla lavatura con acqua: le lesioni della cute si trattano quindi come scottature.

§. **234**. — L'azione carbonizzante che l'acido solforico esercita sulle materie organiche, spiega il perchè spesso questo prodotto si mostri colorato in bruno od in nero. A produrre questa colorazione basta un frantume di paglia o di qualunque altra materia legnosa

che entro vi cada e vi si decomponga, o le emanazioni stesse di sostanze organiche disperse nell'atmosfera con cui esso si trova a contatto. Egli è per questa ragione che il fabbricante d'acido solforico debbe evitare con ogni studio che questo prodotto rimanga esposto all'aria carica per lo più di corpicini d'origine organica, e scegliere per chiudere i fiaschi turaccioli di terra cotta, che si lutano con argilla o gesso, a vece del sovero o di turaccioli di legno.

L'acido annerito da sostanze organiche si può compiutamente decolorare portandolo alla bollizione e tenendovelo per qualche tempo: il carbone si converte allora in acido carbonico, prendendo ossigeno da una piccola parte d'acido solforico che si muta in acido solforoso, che il calore disperde:



$$C+2SO^3=CO^2+2SO^2.$$

Alcuni fabbricanti procurano la decolorazione dell'acido solforico col farlo bollire dopo avervi aggiunto alquanto nitrato di potassa. L'acido nitrico è esso che in questo caso opera l'ossidazione del carbonio, e la sua conversione in acido carbonico. L'effetto non manca, ma l'acido solforico ritiene allora composti ossigenati dell'azoto, e la potassa allo stato di bisolfato; quest'ultima sarà facile a riconoscersi evaporandone alquanto in una cassola di platino fino a secchezza del residuo.

§. **235.** — L'acido solforico anche debole, quando trovisi in contatto collo zucchero a +100°, lo annerisce. E poichè gli altri acidi energici non sono capaci di produrre questo effetto, così ne risulta un modo semplice ed applicabile in molti casi di ricerche, onde riconoscere quando un liquido contenga acido solforico libero. Tale sarebbe, per cagion d'esempio, il caso d'un aceto a cui, per accrescerne l'acidità, si fosse aggiunto acido solforico. Il modo di procedere sarà il seguente: su d'un bagno-maria, ed in una cassola di porcellana ben pulita si evapora il liquido sospetto, e verso il fine dell'evaporazione vi si aggiunge qualche goccia di soluzione di zucchero nell' acqua. L'annerimento non tarda a prodursi ogniqualvolta l'aceto è falsificato con l'acido solforico.

Alcune sostanze organiche hanno il potere di resistere all' azione dell' acido solforico senza decomporsi. Prendasi una parte d'indaco, triturato in polvere sottile, vi si aggiungano 5 parti d'acido solforico, e si porti il miscuglio alla temperatura di +40°; l' indaco si discio-

glierà nell'acido senza punto perdere la sua tinta elegante azzurra: il liquido si potrà allungare con acqua, e se quindi vi s'immerga una matassa di lana purgata, l'indaco vi si fisserà tingendola in azzurro. Egli è in questo modo che spesso si procede dai tintori per fissare l'indaco sulla lana.

La robbia dei tintori, o *garanza*, contiene una materia rossa preziosa per l'arte tintoria, la quale vien chiamata *rosso di garanza* od *alizarina*, e che resiste all'azione dell'acido solforico concentrato, senza venire menomamente alterata. Infatti la robbia polverizzata e mescolata con acido solforico concentrato, si carbonizza in gran parte, molti dei materiali che essa contiene ne vengono alterati profondamente e resi solubili nell'acqua; la materia colorante rossa rimane insolubile insieme ad un residuo carbonoso, che ripetutamente lavato con acqua prende il nome di *carbone solforico*, in cui rinviensi, per dir così, concentrata e ridotta a minor volume tutta la materia tintoriale della garanza. Ritorneremo a suo tempo su questo argomento, che ora non abbiamo accennato che di volo.

Alcune sostanze d'origine organica, dotate di proprietà basiche, si possono direttamente combinare coll'acido solforico, e non ne vengono alterate, purchè questo trovisi mediocremente diluito con acqua; tali sono la chinina, la cinconina, la morfina, l'urea ecc.

Finalmente tra le reazioni singolari dell'acido solforico indicheremo certe modificazioni che esso ingenera in alcune sostanze organiche, per le quali esse si trasmutano in altre sostanze d'origine organica esse pure. Così l'amido vien convertito in destrina, quindi in zucchero d'uva, colla sola bollizione in contatto d'una soluzione anche allungatissima d'acido solforico; la fabbricazione della glucosia o zucchero d'amido, la quale ha preso un'immensa importanza in questi ultimi anni, riposa tutta su questa reazione.

§. **236.** — Come acido potentissimo l'acido solforico si combina con gran prontezza colle basi energiche. Pongasi in una cassola di platino un po' di barita caustica, e vi si versi sopra alquanto acido solforico concentrato, tosto si effettuerà la combinazione dei due corpi, la quale sarà accompagnata da sviluppamento di tanto calore, che la barita ne diventerà rossa di fuoco. Simile fenomeno si produrrà colla calce, colla potassa, colla soda ecc.

L'acido solforico inoltre decompone la maggior parte dei sali scacciandone gli acidi ed impadronendosi delle basi. Quindi le molte

applicazioni di quest'acido nella fabbricazione dei solfati, e nella preparazione degli acidi dei quali servonsi le arti.

Come avido di combinarsi con gli ossidi quest'acido serve all'*avvivamento* dei metalli, che i Francesi chiamano *décapage*. Per quest'uso esso s'impiega diluito con acqua, e talvolta solo, talvolta congiunto con un po' d'acido nitrico. Di ciò parleremo a suo luogo.

§. **237**. — Sui metalli l'azione dell'acido solforico varia secondo la natura di essi e le circostanze nelle quali si opera.

Alcuni resistono alla sua azione qualunque sieno le circostanze in cui essi si trovino. Così l'oro, il platino, nè a freddo nè a caldo non ne sono menomamente intaccati. Perciò la concentrazione dell'acido si fa in vasi di platino, ed i guasti che in questi si manifestano col lungo uso si riparano con oro.

Altri metalli in contatto dell'acido solforico a freddo, non ne risentono azione veruna; ma se si aggiunga la forza del calore, ne vengono ossidati con produzione di acido solforoso e formazione di un solfato. Così avviene quando si faccia bollire acido solforico con argento, o mercurio, o rame, o piombo ecc.

Finalmente talvolta accade che trovandosi l'acido solforico in presenza di un metallo e dell'acqua, questa si decomponga e fornisca al metallo l'ossigeno opportuno per farne un ossido che si combina quindi coll'acido. Tale è la reazione che ha luogo tra l'acido solforico debole ed i metalli ferro, zinco, manganese ecc.

Su questi diversi fatti si appoggiano molti procedimenti industriali coi quali si separano gli uni dagli altri i metalli componenti alcune leghe, la fabbricazione dei solfati di ferro, di rame, di zinco, la preparazione del gas idrogeno per riempiere globi aerostatici ecc.

§. **238**. — Da ciò che abbiam detto ricavasi quanto numerose ed importanti sieno le applicazioni dell'acido solforico: di molte non abbiam dato che un semplice cenno; d'altre abbiamo per ora taciuto, per tenerne speciale discorso a misura che se ne presenterà l'opportunità.

§. **239. Acido solforico di Nordhausen.** — Trovasi in commercio e si adopera in gran copia nell'arte tintoria un acido solforico, che dalla sua provenienza chiamasi *di Nordhausen* o *di Sassonia*, e dalla sua consistenza dicesi *acido solforico glaciale*; e poichè al contatto dell'aria spande fumi bianchi e densi, prende altresì il nome d'*acido solforico fumante*. Diremo tosto essere questo corpo un misto d'acido

solforico monoidratato e d'acido solforico anidro in proporzione variabile: si può esprimere la sua composizione per

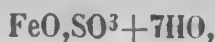


$$SO^3,HO+SO^3.$$

Gioverà che diciamo alcunchè della fabbricazione di questo prodotto.

Ricorderemo anzitutto che anticamente preparavasi l'acido solforico col mezzo della distillazione del solfato di protossido di ferro, detto vetriolo verde, e che perciò quest'acido prese il nome d'olio di vetriolo.

Per comprendere come ciò avvenisse è d'uopo diciamo qualche cosa intorno alle modificazioni che subiscè il solfato di protossido di ferro sotto l'azione del calore. La composizione di questo sale quando è cristallizzato viene espressa dalla formola



$$FeO,SO^3+7HO,$$

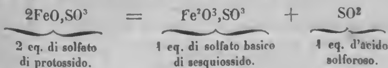
ossia 1 equiv. di solfato anidro di protossido di ferro
7 equiv. d'acqua.

Sotto l'azione di un moderato calore questo sale può perdere tutta l'acqua che gli è combinata, e convertirsi in sale anidro



$$FeO,SO^3.$$

Se a questo punto si accresce ancora la forza del calore, sottentra un nuovo ordine di fatti. Il protossido di ferro si converte in sesquiossido a spese d'una parte dell'ossigeno dell'acido solforico: quindi formazione d'acido solforoso, e d'un solfato basico di sesquiossido di ferro. Infatti in due equivalenti di solfato di protossido anidro, abbiamo gli elementi necessari a tale trasformazione.



$$\underbrace{2FeO,SO^3}_{\text{2 eq. di solfato di protossido.}} = \underbrace{Fe^2O^3,SO^3}_{\text{1 eq. di solfato basico di sesquiossido.}} + \underbrace{SO^2}_{\text{1 eq. d'acido solforoso.}}$$

Il solfato basico di sesquiossido di ferro sotto l'azione del calore si decompone a sua volta, e si converte in sesquiossido Fe^2O^3, ed acido solforico anidro SO^3, che si sprigiona.

Gli antichi adunque distillando solfato di protossido di ferro ottenevano un misto d'acqua, acido solforoso ed acido solforico anidro,

il quale raccogliendosi insieme all'acqua nello stesso recipiente vi si scioglieva: il liquido raccolto e convenientemente evaporato veniva privato dell'acido solforoso, e concentrato si convertiva in olio di vetriolo od acido solforico monoidratato.

L'operazione, che agli antichi forniva l'olio di vetriolo, può dividersi in due tempi: nel primo si scacci l'acqua di cristallizzazione, e si otterrà il solfato di protossido di ferro anidro; nel secondo si decomponga questo sale sotto l'azione del calore, e se ne ricaveranno acido solforoso ed acido *solforico anidro*.

Se l'essiccazione del solfato di protossido di ferro non si faccia compiuta, talchè vi rimanga ancora una parte dell'acqua di cristallizzazione, la sua distillazione fornirà un misto di poca acqua, acido solforoso ed acido solforico anidro, il quale ultimo poi trovandosi in presenza della poca acqua con esso distillata, si convertirà in parte in acido monoidratato, in cui si scioglierà l'acido anidro superstite, ed anche alquanto acido solforoso. Egli è appunto operando in questa guisa che in Sassonia, in Boemia ed in altri paesi del nord d'Europa si prepara l'acido solforico glaciale o di Nordhausen. Togliamo dall'opera di Schubarth (1) la descrizione dell'apparecchio che serve ad Hermsdorf per tale oggetto, e del modo col quale si dirige l'operazione.

Si evapora una soluzione di solfato di protossido di ferro a tal punto, che dopo il raffreddamento si rappigli in una massa solida e dura. Alla soluzione accennata si aggiungono per lo più anche i frantumi di solfato di ferro cristallizzato, che come troppo minuti non potrebbero più porsi in commercio. La massa solida chiamata pietra di vetriolo (*Vetriolstein*), ottenuta in questa prima operazione, si calcina a blando calore finchè abbia perduta la massima parte dell'acqua (circa 40 %), ne contenga cioè ancora tanto quanto sarebbe d'uopo per costituire acido solforico monoidratato con quel tanto d'acido solforico che esiste nel solfato di protossido. Il sale prende un colore giallo sporco per quest'operazione, la quale si eseguisce in uno spazio a ciò destinato, e disposto nel forno stesso che serve alla distillazione del vetriolo calcinato, e col calore perduto di quest'operazione. I vasi che servono alla distillazione sono cucurbite allungate fatte con argilla refrattaria, delle quali le une servono come

(1) *Handbuch der Technischen Chemie*; Berlin 1839.

vasi distillatori, e sono intonacate esternamente d'un luto di argilla e colcotar (sesquiossido di ferro); le altre servono di recipienti, nei quali l'acido si condensa.

Le *figure* 195, 196 e 197 rappresentano un forno destinato a quest'operazione.

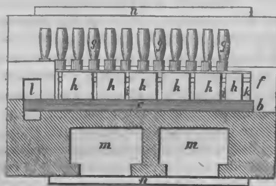


fig. 195

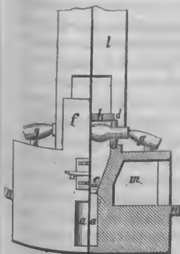


fig. 196

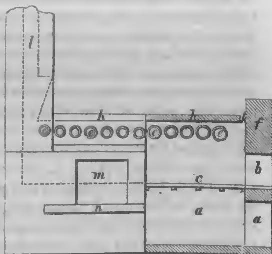


fig. 197

La *figura* 195 rappresenta due spaccati orizzontali del forno; la *fig.* 196 la faccia anteriore ed uno spaccato trasversale; la *fig.* 197 la facciata laterale ed uno spaccato longitudinale del medesimo; le stesse lettere indicano gli stessi oggetti nelle tre figure.

a, è il cenerario; *b*, la porta per cui s'introduce il combustibile nel focolare, la quale scorgesi nella fig. 196 chiusa con una porticina; *c*, è la graticola di ferro su cui si fa il fuoco; *e*, è una delle cucurbite o vasi distillatori. Scorgesi che pel suo collo essa è murata nel muricciuolo *d d*, e pel fondo si spinge fino al mezzo del forno, dove si appoggia contro il fondo della cucurbita che occupa la parte opposta del forno. Il collo delle cucurbite è fissato con argilla nel muricciuolo *d*, il quale s'innalza sovra di esso di 3 pollici. La prima cucurbita è ordinariamente collocata ad un piede di distanza dal muro anteriore del focolare *f*; la distanza fra una cucurbita e l'altra è di 3 pollici (1); il numero loro è di 24, cioè 12 per ciascun lato del forno. Esse sporgono fuori del muricciuolo *d* di 4 o 5 pollici, affinchè al loro collo si possano adattare i recipienti condensatori *g*.

Le dimensioni delle cucurbite possono variare: ordinariamente esse hanno la lunghezza di 15 pollici; il diametro del loro collo è di 3 pollici, ed eguale è quello del loro fondo, per cui quelle d'un lato del forno si appoggiano a quelle dell'altro. La lunghezza del collo è di 6 a 7 pollici. I vasi condensatori sono lunghi 14 pollici, il loro orifizio ha un diametro di 1 $^1/_2$, il fondo di 4 pollici. La spessezza delle loro pareti è di $^1/_2$ pollice. Sul muricciuolo *d* si appoggiano lastre di terra cotta *h*, distanti l'una dall'altra di 1 pollice. Esse sono fissate con argilla; rimangono tra di esse gli spazii *i*, i quali però possono secondo il bisogno chiudersi od aprirsi. Tra il muro di fronte *f* e la prima delle accennate lastre v'ha l'apertura *k*, destinata particolarmente a determinare il tirante d'aria. Il muro *f* impedisce che il fuoco non venga ad uscire per quest'apertura quando sopravvenga una corrente d'aria troppo violenta. *l*, è il cammino. All'essiccazione del vetriolo sono destinati 4 spazii *m m*, i quali occupano le parti laterali del forno: la loro volta è formata dal piano orizzontale che sostiene i vasi condensatori: essi spazii sono afforzati da lastre di ferro: lo sporgimento *n* serve a far sì che meno facilmente ne cada la materia che vi si calcina.

(1) Le misure usate in questa descrizione sono il piede prussiano diviso in 12 pollici. Il piede prussiano è $= \frac{1 \text{ metro}}{5,186199}$; esso si divide in 12 pollici.

Pei pesi è la libbra prussiana, eguale a gr. 467,71131, divisa in due marchi o 1[2 libbre, ciascuna di 16 loth. Ogni loth pesa gr. 14,615978.

Vi sono alcuni forni, nei quali stanno collocate l'una sopra l'altra due serie di vasi distillatori (1).

Si riempiscono le cucurbite con 1 $^1/_2$ a 2 libbre di vetriolo calcinato, si collocano nel forno, e si comincia a scaldarle a lento fuoco: da principio ne distilla acido solforico debole, *(vitriol-spiritus—phlegma —esprit de vitriol)*, che per lo più non si raccoglie. Tosto che appariscono fumi bianchi e densi, i quali rivelano essere cominciata la distillazione dell'acido anidro, si adattano al collo delle cucurbite i vasi condensatori *g g*, chiudendo la commessura con argilla. Allora si accresce lentamente il fuoco, e si continua finchè i vasi *g g*, che in principio si riscaldano assai, siansi raffreddati, chè questo segno indica essere al suo termine la distillazione. L'operazione si compie nello spazio di 32 a 36 ore: nelle ultime 6 ore è d'uopo che le cucurbite vengano portate al calore rosso bianco. Rompesi il luto che unisce le cucurbite ai vasi condensatori, i quali si rimuovono. Con un rastiatoio di ferro vuotansi le cucurbite dal residuo della distillazione; a quelle che si ruppero se ne sostituiscono altre, e ricominciasi un'altra distillazione. La quantità d'acido solforico che si ottiene rappresenta 45 $^0/_0$ all'incirca del peso del vetriolo calcinato che si sottopose alla distillazione. Il residuo è una massa terrosa rossobruna, composta di sesquiossido di ferro, di poco solfato basico di sesquiossido e degli ossidi metallici estranei che conteneva il sale distillato; esso prende il nome di *colcotar (caput mortuum vitrioli,* ovvero *Totdenkopf), bruno rosso* o *colore rosso.*

Durante la distillazione si decompone una piccola parte dell'acido solforico; quindi produzione d'acido solforoso, che viene assorbito dall'acido solforico.

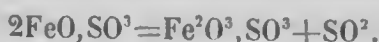
Talvolta nei recipienti condensatori collocasi acido solforico ordinario, in cui l'acido anidro si scioglie a misura che si produce, ed ottiensi allora un prodotto, il quale può essere più o meno ricco di acido anidro, e non è così fumante come il vero acido di Nordhausen.

L'acido di Nordhausen ha la densità di 1,9; segna 76° all'areometro, e contiene da 10 ad 11 parti d'acqua in 100.

Nella Boemia al vetriolo di ferro si sostituisce ora per lo più il solfato neutro di sesquiossido, il quale ad egual peso fornisce più

(1) Il numero delle cucurbite è in alcune officine portato a 120 ed anche 200 in un solo forno.

acido anidro; infatti abbiamo detto che il solfato di protossido dovea prima passare allo stato di solfato di sesquiossido, il che non ha luogo senza decomposizione di una parte d'acido solforico, che viene impiegata ad ossidare il protossido di ferro, e si converte in acido solforoso



$$2FeO,SO^3 = Fe^2O^3,SO^3 + SO^2.$$

Ora il solfato neutro di sesquiossido di ferro, siccome diremo più estesamente a suo luogo, è composto secondo la formola $Fe^2O^3,3(SO^3)$, ossia contiene per la stessa quantità di sesquiossido di ferro tre volte tanto acido solforico quanto ne contiene il solfato basico (Fe^2O^3,SO^3), in cui si muta il solfato di protossido prima di fornire acido solforico (1).

Inoltre la distillazione del solfato di sesquiossido di ferro non fornisce acido solforoso; quindi il prodotto che se ne ricava è più puro e più pregevole.

Nelle fabbriche di vitriolo si hanno come residuo della cristallizza-

(1) Il solfato di protossido di ferro, supposto anidro e ridotto alla formola FeO,SO^3, non fornisce che 26,31 % d'acido anidro. Infatti, giusta l'equazione che ne rappresenta la decomposizione, ossia



$$2FeO,SO^3 = Fe^2O^3,SO^3 + SO^2,$$

e quindi $$Fe^2O^3,SO^3 = \begin{cases} SO^3 \text{ prodotto} \\ Fe^2O^3 \text{ residuo,} \end{cases}$$

scorgesi che si esigono 2 equivalenti di solfato per ottenerne uno d'acido, ossia

2 eq. di ferro	= 350	× 2	=	700
2 eq. d'ossigeno	= 100	× 2	=	200
2 eq. d'acido solforico	= 500	× 2	=	1000
2 eq. di solfato				1900

forniscono 1 eq. d'acido = 500, d'onde 100 di sale ne danno 26,31.

Il solfato di sesquiossido di ferro supposto anidro, avente la comp. $Fe^2O^3,3(SO^3)$ perde per la calcinazione tutto il suo acido. Quindi 100 parti di questo sale debbono fornire 60 d'acido. Infatti

2 eq. di ferro	= 350	× 2	=	700
3 eq. d'ossigeno	= 100	× 3	=	300
3 eq. d'acido SO^3	= 500	× 3	=	1500
				2500

forniscono 1500 d'acido, ovvero 100 ne forniscono 60.

zione di questo sale quantità talvolta assai considerevoli d'acque madri, le quali non contengono, per dir così, che solfato di sesquiossido; queste opportunamente evaporate a secco potrebbero con vantaggio consacrarsi alla fabbricazione dell'acido di Nordhausen.

§. **240**. — Allorquando si volesse ottenere acido solforico di Nordhausen col mezzo dell'acido solforico ordinario, si potrebbe ancora procedere nel modo seguente, introducendo cioè sesquiossido di ferro in una storta di grès, ed aggiungendovi acido solforico monoidratato (a 66° A.), in modo da inumidirlo uniformemente, sottoponendo quindi la storta a temperatura crescente per modo da decomporre il solfato di sesquiossido di ferro che si era formato, rigettando le prime porzioni distillate, e raccogliendo il prodotto all'apparire dei fumi bianchi d'acido anidro. Al fine dell'operazione troverebbesi il sesquiossido di ferro come residuo che potrebbe nuovamente servire a mutare in acido di Nordhausen una nuova quantità d'acido ordinario.

§. **241**. — L'acido solforico di Nordhausen non avrebbe grande importanza se non fosse della sua proprietà di sciogliere l'indaco con grandissima facilità; per modo che là dove per quest'uso si richiederebbero 7 od 8 chilogr. d'acido monoidratato, basta che di esso s'impieghino 3 o 4 chilogr. Esso ha inoltre il grande vantaggio d'essere sempre scevro di composti nitrosi, onde la dissoluzione d'indaco ottenuta col mezzo suo ha sempre un'elegante tinta azzurra.

La fabbricazione di quest'acido, ora quasi esclusiva della Boemia, potrebbe facilmente introdursi presso di noi; perciocchè non ci mancano i materiali atti all'uopo, e col prepararlo si esimerebbe il nostro paese dalla necessità in cui attualmente si trova di trarlo dall'estero a troppo caro prezzo (1).

§. **242**.—L'acido di Nordhausen è liquido alla temperatura ordinaria: raffreddato fin circa allo zero si solidifica: gettato nell'acqua vi cagiona un sibilo come di ferro rovente, e produce forte calore

(1) Egli è principalmente per le spese di trasporto e di dazii che torna caro questo prodotto. In Boemia il suo prezzo è di 25 cent. il chil. La Francia ne consuma circa 30000 chil. nell'anno, al prezzo di fr. 1,50. Presso noi il prezzo ne è ancora più elevato, cioè di fr. 1,90 per chil. Le nostre Alpi ci forniscono in parecchi luoghi miniere abbondanti di piriti, le quali già in alcuni lavoratoi s'impiegano alla fabbricazione del solfato di ferro, ed all'estrazione del solfo. Noi abbiamo adunque la materia prima conveniente per la produzione dell'acido di Nordhausen, e le cose superiormente esposte fanno scorgere quanto sarebbe facile introdurre quest'industria presso di noi.

mentre s'idrata. Poichè ricco d'acido anidro, che si evapora facilmente, esso spande all'aria densi fumi bianchi, i quali cagionano una violenta irritazione alle fauci quando vengono respirati anche in piccola quantità. A $+40^{\circ}$ o $+50^{\circ}$ si decompone, se ne estrica acido anidro; rimane per residuo l'acido monoidratato. È d'uopo conservarlo in vasi ben chiusi ed in luogo fresco.

Solfo ed Idrogeno.

Acido solfidrico HS=212,5.

§. 243. — Parlando dell'idrogeno (§.47) abbiam detto che alcuni metalli, quali sono il ferro, lo zinco, il manganese ecc., sotto l'influenza del maggior numero degli acidi decompongono l'acqua prendendone l'ossigeno e convertendosi in un ossido, che combinato con l'acido forma un sale; e che questa reazione è accompagnata da sprigionamento d'idrogeno.

Alcuni solfuri di questi stessi metalli, sottoposti all'azione dei medesimi acidi che valgono a produrre la reazione accennata, decompongono essi pure l'acqua con isvolgimento d'idrogeno; se non che questo corpo trovandosi nell'atto del suo estricamento in contatto col solfo che era col metallo, contrae combinazione con esso, sicchè ne nasce un solfuro d'idrogeno, che prende il nome di gas idrogeno solforato, o d'*acido solfidrico*, perchè nelle sue reazioni si comporta a modo degli acidi.

Si riempisca di ferro in limatura un crogiuolo di terra: chiuso questo col suo coperchio si porti in un forno in cui si scaldi fino a rosso vivo: a questo punto, tolto il coperchio, vi si getti entro a piccole porzioni un peso di solfo presso a poco eguale a quello della limatura: questa si rimesti durante l'operazione con un bastoncino di ferro; al primo tocco del solfo colle particelle metalliche scorgerannosi queste farsi rosse di fuoco e presentare un fenomeno di combustione. Terminata l'operazione si estragga il crogiuolo dal fuoco e coperto si lasci raffreddare. Il prodotto che così si ottiene è proto-

solfuro di ferro, ossia una combinazione di solfo e ferro nel rapporto

di 1 equivalente del primo $= 200 = S$
ed 1 equivalente del secondo $= 350 = Fe$

Esso può considerarsi come il protossido di ferro FeO, in cui all'equivalente d'ossigeno $O = 100$ si sia sostituito 1 equivalente di solfo $S = 200$.

Prendasi una piccola porzione di questo prodotto, e si ponga in un bicchierino di vetro, e sopra vi si versi alquanto acido solforico allungato con acqua: numerose bollicine di gas si scorgeranno sprigionarsi d'intorno al solfuro, e produrre una viva effervescenza: frattanto se si accostino le narici all'orlo del bicchierino, si sentirà un odore spiacevolissimo, analogo a quello delle uova fracide. In questa reazione v'ha adunque produzione di un corpo gasoso, che è appunto l'acido solfidrico.

Per procurarcene una sufficiente quantità serviamoci dei corpi stessi, ma facciamoli reagire insieme in un apparecchio conveniente per raccogliere i gas. In una bottiglia a due colli A (*fig.* 198) poniamo

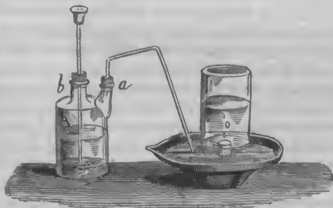
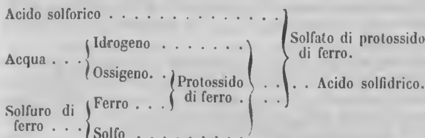


fig. 198

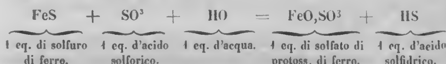
protosolfuro di ferro in polvere; quindi all'un dei colli *b* adattiamo un turacciolo che porti un tubo il quale giunga quasi a contatto del solfuro; al collo *a* uniamo un tubo adduttore, il quale s'immerga in un catino pieno d'acqua: versiamo per l'imbuto del primo tubo acido solforico allungato con acqua entro la bottiglia finchè vi formi uno

strato, in cui l'estremo inferiore del tubo suddetto s'immerga di alcuni millim. Il gas tosto si sprigionerà dall'estremo del tubo adduttore, e si potrà raccogliere in una bottiglia capovolta e piena d'acqua.

Possiamo rappresentare la reazione nel modo seguente:



ovvero colla formola



Possiamo adunque considerare l'acido solfidrico siccome acqua, in cui all'ossigeno siasi sostituito il solfo nel rapporto dei loro equivalenti (1).

Giova il dire che l'idrogeno ed il solfo, se allo stato d'isolamento si pongono a contatto reciproco, non hanno, per dir così, veruna affinità, talchè la loro diretta combinazione non può ottenersi che con molta difficoltà. Per l'incontro essi contraggono combinazione assai facilmente se un d'essi od ambidue trovinsi in presenza reciproca nel momento in cui per una reazione qualunque si svincolano da combinazioni, nelle quali già prima si trovavano impegnati, o secondo il linguaggio chimico siano *allo stato nascente*.

§. **244.** — Producesi acido solfidrico nella putrefazione delle materie d'origine organica e contenenti solfo. Ne sieno prova le uova fracide, le carni imputridite, le materie fecali lungo tempo conservate nei cessi, e nelle quali la produzione dell'acido solfidrico ci si svela ben chiaramente per via della loro fetidità. Molti vegetali ricchi di solfo, quali sono le cipolle, i cavoli, ed altri, corrompendosi tramandano essi pure odore d'acido solfidrico. Quando le sostanze organiche

(1) Molte altre reazioni possono servirci affine di procurarci acido solfidrico: le accenneremo a tempo più opportuno.

solforate vengono a decomporsi sotto l'influenza del calore, siccome avviene nella loro distillazione secca, i prodotti che se ne ottengono contengono essi pure acido solfidrico.

Nell'economia vivente, spesso avviene che per reazioni analoghe alla putrefazione, si sviluppi gran copia d'acido solfidrico; testimonio ne sia l'enfiagione a cui vanno soggette le bovine, quando si cibano abbondantemente di trifoglio fresco. I gas che ne distendono il ventricolo, e minacciano, e spesso producono la loro soffocazione, compongonsi d'acido carbonico e d'acido solfidrico. Nel corpo umano non è rara la produzione del medesimo gas nelle vie intestinali: ad essa danno origine alimenti di difficile digestione contenenti solfo, l'uso interno del solfato di soda o d'acque ricche di solfato di calce ecc., i solfati riduconsi nelle vie digerenti in solfuri, i quali poi generano decomponendosi in contatto degli umori intestinali acido solfidrico.

La natura ci presenta abbondanti e frequenti sorgenti d'acido solfidrico. Le acque minerali così dette *epatiche*, quali sono per cagion d'esempio quelle d'Aix in Savoia, quelle di Vinadio, di Valdieri, quelle di Castelnuovo d'Asti, d'Acqui e molte altre, contengono considerevol copia di quest'acido, a cui esse debbono il loro fetore. Nei lagoni di Toscana escono dalle viscere della terra torrenti di vapore acquoso, misto con materiali gasosi, tra i quali notasi l'acido solfidrico.

§. **245.** — Questo corpo è naturalmente gasoso: può tuttavia sotto valida pressione liquefarsi, quindi se si raffredda a —85,5, siccome fece Faraday, si solidifica e prende una struttura cristallina. 1 litro di questo gas pesa gr. 1,547. La sua densità è perciò alquanto maggiore di quella dell'aria. Esso è senza colore; ha l'odore d'uova fracide ed un sapore dolcigno. Sulla tintura di tornasole esercita azione analoga a quella degli acidi, e la arrossa; per lunga azione finisce col decolorarla.

Questo gas non alimenta la combustione, e spegne la fiamma d'un candelino acceso che vi s'immerga. Esso è per l'incontro combustibile ed arde con fiamma azzurra producendo per una parte acqua, per l'altra acido solforoso e poco acido solforico.

La compiuta combustione di questo gas non ha tuttavia luogo che quando abbonda l'ossigeno. Così avviene quando esso lanciasi nell'aria uscendo da un tubo di piccol diametro sotto forma di getto

sottile. Se l'ossigeno scarseggia, avviene che dei suoi due elementi bruci l'idrogeno, ed il solfo si deponga; tale è il caso in cui si accenda questo gas contenuto in una campanella di vetro stretta e lunga: le pareti di questa vengono intonacate da uno strato di solfo precipitato.

Se facciasi un misto d'acido solfidrico e d'ossigeno, e vi si metta fuoco avvicinandovi un corpo acceso, il misto brucia rapidamente con romorosa detuonazione. Questo fatto si presenta talvolta, quando i vuotacessi aperta una cloaca vi si avvicinano con un lume acceso. Il gas acido solfidrico generato dalla putrefazione delle materie organiche, mistosi con aria si accende e produce talvolta violentissime esplosioni.

§. **246.** — L'acido solfidrico non è respirabile, non solo perchè incapace di produrre nel sangue quelle mutazioni che sono necessarie al sostentamento della vita, ma inoltre perchè esercita un'azione venefica. Infatti un verdone muore se respira un'aria che contenga $\frac{1}{1500}$ di questo gas; un cane non può respirare un'aria che ne contenga $\frac{1}{800}$, ed un cavallo morirebbe in un'atmosfera che ne contenesse $\frac{1}{200}$. In un'acqua che contenga acido solfidrico muoiono prontamente i pesci, mostrando prima di spirare segni evidenti di ansietà, e spingendosi verso la superficie dell'acqua a cercarvi un mezzo più puro.

Debbono perciò considerarsi come sommamente insalubri quelle arti che espongono chi le esercita alla perniciosa influenza di questo gas. Non è raro che i vuotacessi, o troppo avvicinandosi all'orifizio delle cloache, od imprudentemente penetrando là dove questo gas si trova accumulato, ne risentano i perniciosi effetti e cadano estinti.

I chimici che spesso ricorrono all'impiego dell'acido solfidrico nelle operazioni analitiche, debbono essi pure andar guardinghi, ed evitare di respirare aria in cui siasi sparso molto di questo gas velenoso; per ciò il miglior partito sarà sempre quello di eseguire le operazioni che ne esigono l'impiego sotto un cammino in cui siasi stabilito una buona corrente d'aria che seco lo trascini fuori del laboratorio.

§. **247.** — L'acido solfidrico è solubile nell'acqua, la quale nelle circostanze ordinarie ne scioglie 3 volte circa il suo volume. L'alcoole

lo scioglie in copia maggiore. Preparasi la soluzione d'acido solfidrico nell'acqua, la quale prende il nome d'acqua idrosolforata, col mezzo dell'apparecchio di Woolf (*fig.* 199). Il gas lavasi dapprima in piccola quantità d'acqua, quindi si conduce in bottiglie contenenti acqua distillata: l'apparecchio debbe disporsi per modo che l'eccedenza d'acido solfidrico venga eliminata dal laboratorio.

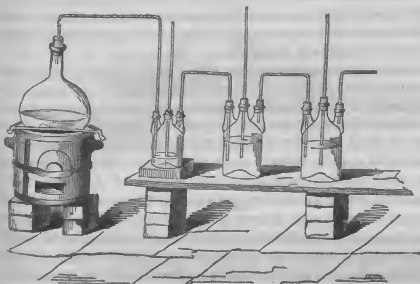


fig. 199

L'acqua satura d'acido solfidrico ha l'odore caratteristico di questo gas ed un sapore dolcigno. Il calore ne fa sprigionare il gas che vi è sciolto, talchè colla bollizione essa riducesi ad esserne affatto priva. Conservata in vasi imperfettamente chiusi, talchè l'aria vi abbia accesso, l'acqua idrosolforata s' intorbida per solfo che vi si precipita, e perde l'odore e le reazioni che la caratterizzano. Questo fenomeno dipende da una lenta ossidazione dell'idrogeno dell'acido solfidrico, cagionata dall'ossigeno dell'aria; il solfo meno ossidabile si separa e si precipita. Il chimico che ha mestieri di questo reagente, dovrà conservarlo in vasi ben chiusi e di piccola capacità.

La facilità colla quale l'acido solfidrico sciolto nell'acqua si decompone in contatto dell'ossigeno, rende indispensabile la precauzione di adoperare acqua bollita e priva d'aria quando vogliasene preparare la soluzione acquosa. L'acqua distillata, se conservata da qualche

tempo nei fiaschi, contiene una quantità più o meno ragguardevole d'aria e perciò di ossigeno; se in tale condizione si adopera affine di sciogliere il gas solfidrico, non appena ne è modicamente carica s'intorbida deponendo solfo. Non così accade se adoprasi acqua distillata che siasi dapprima affatto spogliata d'aria col mezzo della bollizione, e siasi lasciata freddare in vaso ben chiuso.

Le acque idrosolforate naturali presentano fenomeni analoghi: limpide al momento in cui escono dalle viscere della terra, s'intorbidano all'aria aperta e depongono solfo, mentre il loro odore distintivo scema e finalmente affatto si dilegua.

Quando l'acido solfidrico trovasi in presenza del vapore acquoso e dell'ossigeno, presenta una maniera d'ossidazione particolare, per cui mentre il suo idrogeno si converte in acqua, il solfo si muta in acido solforico. Questo fatto si presenta evidentissimo in alcune case di bagni idrosolforati, come ad esempio in quella d'Aix in Savoia, nelle quali le cortine appese alle finestre delle camere in cui spandesi il vapore d'acqua carico d'acido solfidrico, dopo breve tempo trovansi corrose talchè al menomo urto si lacerano. I metalli facilmente ossidabili, quale il ferro, immersi lungo tempo in un'aria contenente vapore acquoso ed acido solfidrico, si convertono in solfati.

Il carbone assorbe il gas solfidrico. Se quando ne è saturo lo s'introduce nell'aria o nel gas ossigeno, tosto succede decomposizione del gas solfidrico, formazione d'acqua e deposizione di solfo. L'acido nitrico, come corpo ossidante, decompone l'acido solfidrico, e ne precipita solfo. L'acido solforoso e l'acido solfidrico si decompongono reciprocamente con deposizione di solfo.

Molti corpi metallici decompongono l'acido solfidrico, togliendone il solfo e convertendosi in solfuri anche alla temperatura ordinaria. Se pongasi in una soluzione d'acido solfidrico una moneta d'argento o di rame, osservasi il metallo immediatamente annerirsi: coloro che frequentano i bagni idrosolforati sanno che i loro orologi ed i monili d'argento lasciati anche per breve tempo nella camera del bagno, si colorano in nero. Quando vuotansi cessi nei quali per la lunga dimora delle materie contenutevi abbonda l'acido solfidrico, accade che gli arredi d'argento e le stoviglie di rame dei vicini appartamenti in poc'ora perdono il loro luccicare metallico, e si cuoprono d'una patina nera, che è di solfuro.

In una campanella di vetro (*fig.* 200) si ponga un volume determi-

nato di gas solfidrico puro, quindi vi s'introduca un pezzetto di stagno, e questo vi si scaldi fino a fusione con una lampada a spirito, e vi si tenga caldo per un certo tempo. Lo stagno toglierà all'acido solfidrico tutto il solfo, e si convertirà in solfuro. Rimarrà, come residuo, puro gas idrogeno, il quale presenterà lo stesso volume che l'acido solfidrico impiegato.

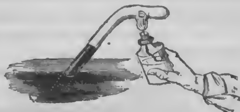


fig. 200

Questo modo di decomposizione dimostra che l' acido solfidrico rappresenta un volume d'idrogeno eguale al suo. Se inoltre si tien conto del peso del gas solfidrico adoperato, e di quello del gas idrogeno ch'esso fornisce, la differenza tra questi due pesi sarà il peso del solfo fissato sopra lo stagno. Così si troverà che un peso d'acido solfidrico = 212,5 risulta da

Idrogeno 12,5 ossia 1 equivalente
e Solfo 200 ossia 1 equivalente.

Quando l'acido solfidrico incontra un ossido metallico, una reciproca decomposizione ha luogo tra i due corpi, per modo che si forma acqua e solfuro metallico.

Pongasi in un bicchiere alquanto ossido di rame, e sopra vi si versi acqua idrosolforata; si agiti il miscuglio, l'odore dell'acqua idrosolforata prontamente si dileguerà; l'ossido di rame si troverà convertito in solfuro. La medesima reazione avrà luogo con gli ossidi di piombo, di stagno, di ferro, cogli acidi arsenioso, arsenico ecc.

Questa tendenza dell'acido solfidrico a decomporre gli ossidi metallici e mutarli in solfuri, in molti casi si mostra efficace malgrado che l'ossido sia combinato con un acido, e formi con esso un sale.

In tal caso l'ossido abbandona l'acido e reagisce coll'acido solfidrico come se fosse allo stato d'isolamento, producendo acqua e solfuro metallico. Così se si versa acqua idrosolforata in una soluzione di solfato d'ossido di rame, si otterrà un precipitato di solfuro di rame; l'acido solforico si troverà nel liquido privato affatto d'ossido di rame. La stessa cosa ha luogo coi sali di piombo, d'argento, di mercurio, di cadmio ecc. Si vedrà a suo tempo come i varii precipitati che l'acido solfidrico produce nelle dissoluzioni dei sali metallici, forniscano caratteri distintivi dei varii metalli e ne indichino la presenza, e guidino quindi il chimico nelle operazioni analitiche.

Frattanto già fin d'ora possiamo menzionare alcuni fatti, la cui intelligenza si appoggia su quanto abbiamo finora esposto intorno all'acido solfidrico, e che dimostrano come torni utile il conoscere le reazioni di questo corpo.

La cerusa è sostanza frequentemente impiegata dai pittori, dai verniciatori ecc. Essa è carbonato d'ossido di piombo. Se se ne ponga alquanto in un bicchiere, e sopra vi si versi acqua idrosolforata, essa si colorerà immediatamente in nero, perciocchè l'ossido di piombo si separerà dall'acido carbonico, e si convertirà in solfuro di piombo. Da ciò spieghiamo come i quadri ad olio, nei quali pel colore bianco il pittore adoperò la cerusa, se si serbano in camere nelle quali per qualunque cagione penetri acido solfidrico, si guastino prontamente, e dopo qualche tempo al bianco vi succeda il bruno od il nero.

Se su d'una carta si scrivono caratteri con una soluzione di acetato di piombo, sale affatto incoloro, la scrittura rimarrà invisibile finchè non venga ad esporsi all'azione dell'acido solfidrico; se s'immerga la carta in acqua idrosolforata, immediatamente appariranno i caratteri nereggianti pel solfuro di piombo prodotto. Se all'acetato di piombo si sostituisce il solfato di cadmio, i caratteri risultano gialli, poichè il solfuro di cadmio è giallo.

Quest'argomento avrà maggiore sviluppamento quando tratteremo dei singoli metalli.

Solfo e Carbonio.

Solfuro di carbonio. $CS^2=475$.

§. **248**. — Sotto l'influenza di una temperatura molto elevata il solfo ed il carbonio si combinano, e formano un corpo assai singolare chiamato solfuro di carbonio. Il miglior metodo per ottenere questo composto è il seguente.

Si prende una storta di terra refrattaria C (*figg.* 201-202), della capacità di circa 2 litri, e munita di una tubulatura assai lunga *a*, entro cui s'introduce un tubo di terra *b*, che giunga sino al fondo del ventre della storta, e che si lota esattamente con argilla, ed il cui orifizio si può chiudere a volontà con un turacciolo di terra. La storta si riempie fino all' altezza del collo con pezzi di carbone ben secco, grossi quanto una nocciuola, e si pone in un forno in cui si faccia un buon fuoco. Al suo collo si adatta un tubo di assai gran diametro munito di refrigeratore *c d*, ed il cui estremo s'incurva e s'introduce in una bottiglia che tiensi fredda col bagnarla d'acqua nevata o con

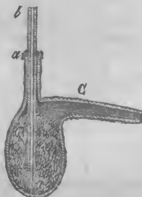


fig. 201

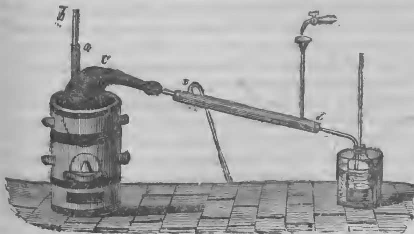


fig. 202

ghiaccio. Portata la storta a calore rosso vivo, si toglie il turacciolo del tubo *b*, ed in questo si getta un pezzo di solfo richiudendolo immediatamente; il solfo tosto si strugge e cola in fondo alla storta, quivi si converte in vapori, i quali trovansi costretti ad uscire pel collo della medesima passando attraverso l'alto strato di carbone incandescente. Egli è in questo punto che generasi il solfuro di carbonio, il quale viene a condensarsi nel tubo del refrigeratore, e gocciola nella bottiglia sottoposta. Rinnovando di quando in quando il solfo, si giunge in poco tempo ad ottenere ragguardevoli quantità di prodotto.

Dobbiamo ravvisare nel solfuro di carbonio il risultamento della combustione del carbonio nel solfo, allo stesso modo che l'acido carbonico è il prodotto della combustione del carbonio nell'ossigeno: il solfo opera come comburente, e, come l'ossigeno, non può esercitare questa sua potenza se non sotto l'azione d'un forte calore.

La composizione del solfuro di carbonio è tale che si rappresenta da 1 equivalente di carbonio $=75$ combinato con 2 equivalenti di solfo $=200\times2=400$. Esso si può considerare come acido carbonico CO^2, in cui ai 2 equivalenti di ossigeno siansi sostituiti 2 equivalenti di solfo. La sua formola sarà CS^2.

Il solfuro di carbonio così ottenuto non è puro; con esso distillasi sempre una quantità più o meno ragguardevole di solfo, che in parte vi si scioglie, in parte se ne separa e si solidifica nel recipiente. Per ottenerlo puro è d'uopo ridistillarlo a bassa temperatura. Il solfo rimane come residuo.

Quest'operazione si eseguisce in una stortina, a cui si unisce un palloncino, il quale si tiene durante la distillazione costantemente bagnato con acqua ghiacciata.

§. **249**.—L'apparecchio che abbiamo descritto, tuttochè possa produrre qualche litro di solfuro di carbonio in un giorno di lavoro, e sia vantaggioso assai per uso dei laboratorii per la facilità con cui si dispone e per la sua semplicità, non potrebbe più essere bastante per l' industria chimica, nella quale ora si fa una ragguardevole consumazione di solfuro di carbonio per la volcanizzazione della gomma elastica, come si dirà a suo tempo. Dacchè quest'operazione rese necessarie ingenti quantità del prodotto di cui discorriamo, fu d'uopo altresì che la sua fabbricazione si rendesse economica e rapida: il sig. Peroncel stabilì a tal oggetto un apparecchio che noi qui

descriveremo, il quale insieme concilia le condizioni richieste di rapidità, facilità ed economia di lavoro.

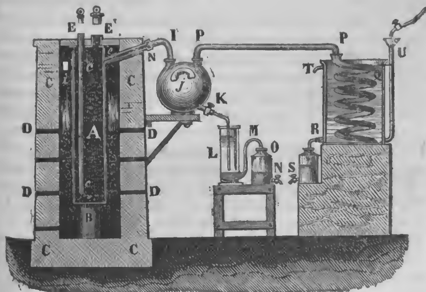


fig. 203

A (*fig.* 203) rappresenta un cilindro di ferraccio, alto due metri, del diametro di 30 centimetri e della spessezza di 6 centimetri. La sue superficie tanto interna quanto esterna è intonacata d'uno strato d'argilla da crogiuolo. C, C, è un forno di forma cilindrica costrutto con mattoni; in esso s'introduce il cilindro A, il quale si posa sovra un piedestallo di ghisa B. La parte superiore del cilindro A è chiusa da un coperchio, il quale porta due aperture E E'. Per una di esse s'introduce e si spinge fino al fondo del cilindro A un tubo di porcellana *c c*, il quale si luta esattamente là dove passa attraverso il coperchio, ed è munito al suo orifizio superiore di un turacciolo; l'estremo suo inferiore giunge fino alla distanza di 8 o 10 centimetri dal fondo del cilindro A, e quivi è aperto e si appoggia sovra alcuni pezzi un po' grossi di arso. L'orifizio E' è pure munito di turacciolo. Tutto lo spazio compreso tra i due cilindri concentrici si riempie di arso, la capacità del cilindro A si riempie di carbone vegetale leggero e poroso. D, D, sono aperture praticate nelle pareti del cilindro esterno che fa l'ufficio di forno; esse sono destinate a fornire aria che in esso alimenti la combustione. *e*, è una tubulatura del cilindro in-

terno e con esso continua, la quale passa per un'apertura N scolpita nella parete medesima del cilindro esterno; ad essa si unisce, munito di buona lutatura, un tubo di grès I, il quale si piega in basso, e va ad introdursi in una tubulatura di una bottiglia di grès *j*. Questa porta presso al suo fondo un galletto, a cui si adatta un tubo di vetro, il quale s'immerge in un recipiente L pieno d'acqua, ed in cui si fa fluire, durante l'operazione, il solfuro di carbonio che si condensa. P, P, è un tubo di grès che unisce la bottiglia *j* con un serpentino, il quale è immerso in un bagno d'acqua fredda che continuamente vi si rinnova, introdottavi pel tubo U munito superiormente di un imbuto. L'acqua riscaldata fluisce pel tubo T. R, è l'estremo inferiore del serpentino; ad esso si aggiusta un tubetto, il quale curvandosi in basso si apre in una bottiglie a collo stretto, e vi versa il solfuro di carbonio che si condensa nel serpentino. Il recipiente L è conformato in modo, che a misura che il solfuro di carbonio vi si raccoglie, fluisce per un suo becco ricurvo M in una bottiglia O. Le due bottiglie che raccolgono il solfuro di carbonio, sono ambedue provvedute di chiavette N ed S, onde riesce facile il travasare da esse in altri recipienti il prodotto già ottenuto per dar luogo a quello che deve ulteriormente ottenersi.

Disposto l'apparecchio, si fa fuoco nel cilindro esterno; tengonsi chiusi gli orifizi E ed E′; l'apertura *i* trasporta i prodotti della combustione in un cammino. Quando il cilindro interno è portato ad essere incandescente, si apre il tubo *c*, *c*, vi s'introducono pezzi di solfo, e tosto se ne chiude l'orifizio col turacciolo. Il solfo si fonde e si volatilizza nel tubo medesimo, ma è costretto a farsi strada per l'estremo inferiore del tubo, e portarsi nel basso del cilindro A, dove incontra il carbone portato ad alta temperatura, e con esso reagendo si converte in solfuro di carbonio. Si rinnova di quando in quando il solfo, e così si continua finchè v'ha luogo a supporre che cominci a scarseggiare il carbone nel tubo A. Allora si apre l'orifizio E′, e per esso s'introduce nuovo carbone, il quale a sua volta si converte in solfuro. Dopo ciascuna addizione di carbone è d'uopo interrompere per qualche tempo l'introduzione del solfo, affinchè il nuovo carbone si faccia incandescente, e si disponga a convertirsi in solfuro di carbonio.

Un apparecchio così costrutto può fornire 100 chil. di solfuro di carbonio in un giorno.

Il solfuro di carbònio è liquido; non può solidificarsi neanche a —100°; bolle a +46°; lasciato in contatto libero coll'aria si evapora rapidamente anche alla temperatura ordinaria; non ha colore, se pure è scevro di solfo; ha un odore spiacevole e pungente; è alquanto più pesante dell'acqua, poichè la sua densità è =1,263; è poco solubile nell'acqua, ma si scioglie facilmente nell'alcool e nell'etere; è combustibile, e bruciando genera acido carbonico ed acido solforoso; se scarseggia l'ossigeno la sua combustione è accompagnata da deposizione di solfo; il suo vapore misto con ossigeno, ed acceso, produce una forte detuonazione.

Questo corpo è un ottimo sciogliente del solfo; la soluzione abbandonata a sè fornisce eleganti cristalli di solfo per lo più conformato in eleganti ottaedri.

Cloro. Cl = 443.

§. 250. — Abbiamo già parlato altra volta di quel minerale che i chimici chiamano biossido di manganese, il quale sia che si scaldi a rosso vivo, sia che si faccia reagire con acido solforico concentrato sotto l'influenza del calore, si decompone somministrando ossigeno (*v.* §. 45, pag. 83).

Facciamo entro un tubetto da prova un miscuglio di alquanto di questo minerale ridotto in polvere, con un po' d'acido muriatico concentrato, quale possiamo procurarcelo in commercio, e scaldiamolo moderatamente sopra la fiamma di una lampada a spirito. Osserveremo tosto: 1° che l'acido in contatto del biossido di manganese lo discioglie, e si colora in giallo bruno; 2° che da questa dissoluzione sotto l'azione del calore si estrica, sotto forma di bollicine, un corpo gasoso, producendo un'assai viva effervescenza; 3° che il tubo si tinge di colore giallo verde, e che da esso si spande un odore tutto speciale, irritante, disgustoso, diverso da quello di tutti i corpi che finora abbiamo studiati. In questa semplice operazione noi abbiamo posto in libertà un corpo semplice, uno dei componenti dell'acido muriatico, cioè il cloro, il quale vi era combinato coll'idrogeno, siccome vedremo tra poco.

A vece di operare nel modo descritto, mescoliamo il biossido di manganese coll'acido muriatico in un palloncino (*fig.* 204), a cui

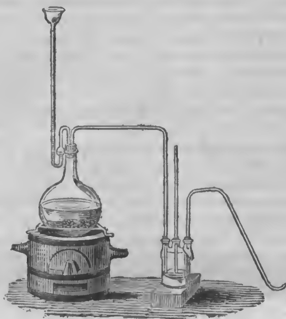


fig. 204

possiamo congiungere un tubo abduttore. Disposto l'apparecchio, e collocato il palloncino su d'un lento fuoco di carbone, si rinnoveranno i fenomeni testè menzionati, e facendo immergere l'estremo libero del tubo in un bagno d'acqua, e capovolgendovi sopra bottiglie o cilindri pieni d'acqua, potremo procurarci bastante quantità di cloro per studiarne le principali proprietà. Per ottenere il gas puro gioverà, siccome si scorge nella figura, collocare tra il pallone ed il tubo abduttore una bottiglia tubulata, nella quale si contenga un po' d'acqua destinata ad arrestare le materie che il gas può seco meccanicamente trasportare.

§. **251.** — Il cloro è un corpo gasoso, non permanente tuttavia, poichè è suscettibile di venir liquefatto sotto una conveniente pressione: ha colore giallo verde, onde venne il suo nome: ha un odore spiacevole; irrita potentemente le fauci, le narici. È più pesante che l'aria atmosferica, poichè 1 litro di esso pesa gr. 3,155: il suo sapore è pungente ed irritante. È solubile nell'acqua, poco solubile in

una soluzione di sale marino: quando perciò si voglia raccogliere gas cloro sull'acqua, gioverà sciogliere in questa una discreta quantità di questo sale. La solubilità del cloro nell'acqua presenta una singolare anomalia; essendochè essa è massima a $+8°$, temperatura a cui l'acqua ne scioglie un volume eguale a 3,04 il suo proprio. Sopra e sotto a questa temperatura l'acqua ne scioglie assai meno. Così a $+50°$ essa ne scioglie un volume eguale ad 1,09, a 0° ne scioglie 1,58.

Colla bollizione la soluzione acquosa di cloro perde interamente il gas che vi è sciolto.

Se si fa passare una corrente di gas cloro attraverso dell'acqua, la quale si tenga leggermente fredda, cioè a $+4°$ incirca, scorgesi generarsi in essa una materia solida, cristallina, di colore gialliccio, la quale forma una specie di crosta a ciascuna bolla di gas che attraversa l'acqua, e che dopo qualche tempo resa più pesante si precipita. Questo corpo è un composto definito, il quale contiene in 100 parti 28 di cloro e 72 d'acqua, e chiamasi idrato di cloro.

Il cloro non è respirabile: misto anche in piccola quantità coll'aria, cagiona disagio nel petto, eccita la tosse, molesta gravemente i polmoni; la sua azione perniciosa può giungere al punto che ne derivi sputo di sangue e soffocazione. È adunque questo corpo uno fra i molti che si debbono maneggiare con tutti i più minuti riguardi per evitare i danni che ne possono derivare.

§. **252.**—Il cloro non è combustibile, non è cioè capace di combinarsi direttamente coll'ossigeno con produzione di luce e calore. Esso per l'incontro è da porsi nel novero dei corpi comburenti, perciocchè gode di potere elettro-negativo molto energico relativamente a pressochè tutti i corpi semplici, e con essi si combina per lo più con sensibili apparenze di luce e di calore.

Si accenda un piccol getto di gas idrogeno, e quindi sulla fiammella che questo produce si capovolga un pallone pieno di gas cloro, si osserverà che la combustione dell'idrogeno vi si continua, pressochè con pari intensità come nell'aria atmosferica. Nel pallone si trova dopo un certo tempo una ragguardevole quantità di un vapore acidissimo, il quale è acido muriatico. Quest'esperienza è una vera sintesi dell'acido muriatico, il quale per lungo tempo conservò questo nome, ma dovette quindi deporlo per prendere quello d'*acido cloridrico* che tuttora ritiene, di cui ci serviremo d'ora in poi, e che

ricorda i due elementi che lo compongono, l'idrogeno cioè ed il cloro. Il primo ne è il componente elettro-positivo, il secondo l'elettro-negativo.

Quando si faccia passare una corrente d'idrogeno, ed insieme di alquanto cloro, entro un tubo di porcellana scaldato a rosso scuro, si otterrà produzione d'acido cloridrico come nel caso precedente.

Facciasi un misto di volumi eguali di cloro e d'idrogeno entro un matracciuolo di vetro, quindi all'orifizio di questo si approssimi la fiamma d'una candela, si avrà tosto una detonazione violenta, a cui difficilmente potranno resistere le pareti del vaso: questo fatto ci rammenta lo scoppiare in simili circostanze d'un misto d'idrogeno e d'ossigeno. La cagione è la combinazione diretta dei due gas, e l'elevazione ragguardevole di temperatura che ha luogo mentre essa succede.

La combinazione diretta del cloro con l'idrogeno si effettua altresì sotto l'influenza della luce. Se su d'un palloncino pieno d'un misto di volumi eguali d'idrogeno e cloro, venga a cadere un raggio di luce solare, si avrà in sull'istante uno scoppio per avvenuta combinazione dei due gas. Il prodotto ne è sempre acido cloridrico. La luce diffusa determina essa pure la combinazione di questi due corpi, ma lenta e non accompagnata da scoppio.

Questi fatti ci dimostrano che grande è l'affinità del cloro per l'idrogeno.

Molti altri corpi si combinano col cloro producendo luce e calore sensibili. Il fosforo introdotto in un'atmosfera di cloro, immediatamente vi si accende bruciando con fiamma, e producendo cloruro di fosforo. Molti metalli ardono in contatto del cloro, taluni anche all'ordinaria temperatura, talaltri sotto l'influenza di calore alquanto elevato. Si getti entro un cilindro assai alto e pieno di gas cloro alquanto antimonio ridotto in polvere sottile, si vedrà il metallo accendersi mentre attraversa il gas, e presentare l'aspetto d'una pioggia di fuoco.

Una spirale di filo di ferro sottile, di cui un estremo siasi scaldato a calore rosso, e che mentre è ancora infuocata s'introduca rapidamente nel gas cloro, vi arde con calore assai elevato e con luce viva, convertendosi in cloruro di ferro. La stessa cosa avviene col rame, coll'ottone.

Questi fatti ci svelano nel cloro un forte potere elettro-negativo, e lo pongono nel novero dei comburenti più energici.

§. 253.—Mentre tanto viva è l'azione del cloro sopra i corpi semplici sovra menzionati, inerte esso si dimostra sul carbonio, a cui torna impossibile unirlo direttamente, tuttochè si conoscano composti di questi due elementi. Il cloro non si combina direttamente col carbonio, nè a temperie comune, nè sotto l'influsso dell'elettricità o del calore o d'altra potenza modificatrice delle chimiche affinità. Questa indifferenza del cloro pel carbonio ci spiega alcuni fenomeni dei quali diciamo ora poche parole.

Una candelina di cera accesa, e la cui fiamma sia alquanto grossa, introdotta nel gas cloro, non si spegne, ma continuando ad ardere mostra la sua fiamma rossiccia e fuliginosa, e depone sulle pareti del vaso in cui si opera un'abbondante quantità di carbone sommamente diviso. Questo fatto si spiega facilmente quando si ponga mente alla composizione dei gas che costituiscono la fiamma della cera; i loro elementi infatti sono l'idrogeno ed il carbonio, dei quali il primo facilmente contrae combinazione col cloro, non già il secondo: quindi si comprende che nell'esperimento descritto dovrà prodursi acido cloridrico, mentre si troverà posto in libertà il carbonio che era unito all'idrogeno.

Se si mescono volumi eguali di cloro e d'idrogeno bicarbonato, ed al miscuglio si accosta la fiamma d'una candela, il miscuglio si accende ed arde senza necessità di concorso d'ossigeno; la combustione è accompagnata da deposizione di carbonio, e genera acido cloridrico.

§. 254. —Spesso il cloro si combina direttamente con corpi semplici, senza tuttavia mostrare fenomeni di combustione. Una corrente di cloro diretta sopra solfo in polvere, l'aggredisce prontamente e lo converte in cloruro: si getti mercurio metallico entro un palloncino pieno di gas cloro, e con esso si agiti, si otterrà immediatamente un composto di cloro e mercurio. Il ferro, il rame, lo stagno ecc. a temperie ordinaria presentano fenomeni consimili. Dal che argomentiamo quanto difficile torni il maneggiare questo corpo, e come dal contatto di esso prontamente vengono guasti quasi tutti gli strumenti metallici dei quali ci serviamo nei laboratorii. Comprendiamo altresì come riesca impossibile il raccogliere il gas cloro sul mercurio; a misura che il gas verrebbe in contatto con questo metallo, si combinerebbe con esso convertendolo in cloruro.

§. 255. — Egli accade assai sovente al chimico che gli torni utile di prepararsi gas cloro secco, e riempirne recipienti di ve-

tro: in tal caso egli può trarre conveniente partito della grande densità del cloro, procedendo come siamo per dire. Si faccia in un palloncino A (*fig.* 205) il miscuglio da cui si deve estricare il cloro

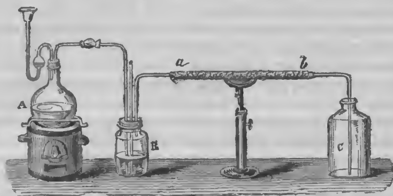


fig. 205

al collo del palloncino si unisca un tubo piegato ad angoli retti che porti il gas a lavarsi entro una bottiglia di Woolf B contenente poca acqua; quindi alla bottiglia medesima si unisca un tubo orizzontale *a b* contenente un buon dato di cloruro di calcio, e che si termini con una cannuccia piegata in giù verticalmente, il cui braccio discendente sia assai lungo. Disposto così l'apparecchio, se ne sprigioni il cloro scaldando il miscuglio : il gas si seccherà sul cloruro di calcio, ed uscirà per l'estremo libero del tubo terminale: questo s'interni nel recipiente *c* che si vuole riempiere di gas, e si spinga fino al fondo di esso. Il cloro, a misura che si svolgerà, si adunerà nel fondo del vaso, e scaccerà sopra di sè l'aria che vi si contiene. A poco a poco si vedrà ascendere lo strato del gas cloro, finchè tutto il vaso ne sarà ripieno, e si mostrerà colorato in giallo verde. A questo punto si estrarrà lentamente il tubo dell'apparecchio d'onde il gas si produce, quindi si coprirà l'orifizio del vaso con una lastra di vetro, che bene vi si adatti. Vasi così ripieni di gas cloro possono conservarsi assai lungo tempo disposti per esperimenti, purchè la chiusura sia alquanto esatta (1).

(1) Si ottiene questo scopo rendendo piana ed equale la superficie della lastra di vetro collo smeriglio, e consumando pure allo smeriglio l'orlo del vaso; giova ungere quest'orlo con un poco di grasso, perchè il combaciamento di esso colla lastra di vetro si faccia perfetto.

§. **256.** — Il cloro, siccome abbiam detto, si scioglie nell'acqua; esso vi conserva tutte le sue chimiche proprietà. La soluzione di cloro può perciò servire acconciamente a mettere in evidenza i caratteri chimici di questo corpo.

La preparazione dell'acqua di cloro si fa col mezzo d'un apparecchio di Woolf. È necessario che si lavi il gas in una prima bottiglia per toglierne quel poco acido cloridrico che potrebbe essere trascinato meccanicamente insieme colla corrente del gas dal vaso in cui questo si produce nelle bottiglie nelle quali deve operarsi la soluzione.

La temperatura dell'acqua in cui si scioglie il cloro non dev'essere elevata, ma neanche troppo bassa, affinchè si eviti la formazione dell'idrato di cloro. Se ciò accadesse, i tubi pei quali scorre il gas ne verrebbero facilmente ostrutti, il che potrebbe cagionare grave dissesto nell'andamento dell'operazione, e talvolta, continuandosi lo sprigionamento del gas, lo scoppio dell'apparecchio.

L'acqua di cloro è più densa che l'acqua distillata, ha un odore forte di cloro, un sapore ingrato pungente, ed un colore giallo verde quale è quello del gas. Sottoposta all'influenza dei raggi solari diretti, si decompone, si scolora, si fa acida, e fornisce ossigeno. Questa reazione è alquanto complicata. Si credette che il cloro si limitasse a decomporre l'acqua prendendo l'idrogeno per sè ed isolando ossigeno: ma si riconobbe recentemente che una parte dell'ossigeno si combina col cloro e forma un acido particolare che si chiama acido ipocloroso, il quale rimane in soluzione nell'acqua, insieme con l'acido cloridrico contemporaneamente generato. Pertanto, ove si voglia conservare acqua di cloro per uso di ricerche chimiche, o per impiegarla nelle arti, gioverà tenerla ben difesa dai raggi diretti della luce, e meglio in un luogo affatto oscuro.

Questo fatto della decomposizione dell'acqua operata dal cloro, ci dimostra sempre più quanta sia la tendenza di questo corpo a combinarsi con l'idrogeno, tendenza che lo rende capace di vincere l'energica affinità che unisce l'idrogeno all'ossigeno nell'acqua.

§. **257.** — Tra le proprietà del cloro, quella che più è rimarchevole, e sulla quale si fonda per così dire essenzialmente l'impiego di questo corpo semplice nelle arti, si è la proprietà decolorante.

Prendasi alquanta soluzione d'indaco nell'acido solforico, e si versi entro soluzione alquanto forte di gas cloro, il colore azzurro dell'in-

daco scomparirà rapidamente, ed il miscuglio non conserverà che una tinta giallognola. Si sostituisca all'indaco l'inchiostro ordinario da scrivere, la decolorazione si opererà in egual modo, e con non minore prontezza.

Simili ed altrettanto facili decolorazioni si otterrebbero colle tinture dei legni colorati di campeggio, di fernambucco e simili.

Questa proprietà del cloro si collega con quella tendenza di cui abbiamo tenuto discorso in precedenza, per la quale esso avidamente s'impadronisce dell'idrogeno quando l'incontra in condizioni opportune: sembra probabile che il cloro distrugga le materie organiche colorate sottraendone l'accennato elemento: non è tuttavia da tacersi che bene spesso l'azione del cloro è diversa, che esso in presenza d'un corpo ossidabile decompone l'acqua, prendendone l'idrogeno e ponendo in libertà ossigeno, il quale opera sulla sostanza organica e profondamente la modifica: che altra volta togliendo idrogeno, si combina poi col residuo gruppo molecolare, che rimane siccome residuo della sottrazione d'idrogeno da esso operata. Quindi è ragionevole il supporre che la decolorazione possa avere la sua ragione altresì in un'ossidazione od in una fissazione di cloro.

In qualunque modo il cloro operi il decoloramento, esso il fa sempre alterando profondamente la sostanza colorata, e cangiandone il modo d'essere suo naturale. Egli è per tal modo che la materia complessa, la quale naturalmente colora la fibra della canapa, del lino, del cotone, sotto l'azione del cloro si rende solubile nell'acqua. Quindi è che il cloro si presta a meraviglia all'imbiancamento di queste materie, e per tal uso oramai generalmente si adopera. Si prenda una matassa di filo greggio, quindi s'immerga in acqua di cloro modicamente concentrata, e vi si lasci per qualche tempo, si vedrà il filo a poco a poco spogliarsi del suo colore e prendere una tinta sempre più chiara finchè compiutamente riesce imbiancato. La stessa cosa accadrebbe, col cotone greggio, ed anche colla materia del legno. Berthollet fu il primo che volse ad uso industriale la proprietà del cloro di cui discorriamo. L'imbiancamento delle tele, che praticato coi metodi ordinarii, dei quali parleremo a suo tempo, è operazione lunga, tediosa, e talvolta dannosa ai tessuti, venne per tal modo singolarmente accelerata. Non è tuttavia da tacersi che l'azione prolungata del cloro può tornare nociva alla tenacità dei fili, alla forza della tela: la fibra vegetale, se troppo a lungo senta l'azione sua

decomponente, si altera a sua volta, e si affievolisce; quest'alterazione è accompagnata da formazione d'acido carbonico. Accidenti di questa natura furono e sono tuttavia di ostacolo alla diffusione dell'impiego del cloro nell'imbiancamento delle tele: ma ognuno comprende che l'operazione la più utile diventa perniciosa se imprudentemente condotta; ed è noto a tutti che se nel bucato ordinario, che pure si considera siccome innocuo, si ecceda nella quantità delle ceneri, e si faccia troppo forte il liscivio, la tenacità del filo e della tela ne viene talvolta considerevolmente scemata.

Quando si dice che il cloro è un potente mezzo di decolorazione, non si deve intendere che niun colore valga a resistervi: le materie coloranti nere le quali hanno per base il carbonio, siccome l'inchiostro da stampa, l'inchiostro litografico, non sono in modo veruno alterate dal cloro: l'azzurro di Berlino, i colori i quali hanno per base l'ossido di ferro non combinato a sostanza colorante d'origine organica resistono impunemente a questo reagente.

§. **258**. — Da questi fatti deriva un'utile applicazione, quella cioè del ripristinamento delle stampe e dei disegni litografici.

Le stampe e le litografie lungo tempo conservate s'ingialliscono e perdono del loro pregio. Ad imbiancarle e restituirle alla loro primitiva bellezza basta immergerle per qualche tempo nell'acqua clorata. Scomparsa la tinta loro di vetustà, è d'uopo lavarle più volte con acqua, quindi con una leggerissima soluzione di potassa, e nuovamente con acqua, affine di esportarne quel rimanente di cloro che vi rimarrebbe aderente, e finirebbe per guastarle col tempo. Similmente se accadesse che s'imbrattasse d'inchiostro da scrivere un foglio d'un libro stampato, si potrà con facilità toglierne le macchie staccando quel foglio, immergendolo nell'acqua clorata, e lasciandovelo fino a compiuta distruzione della macchia, e compiendo quindi l'operazione colle lavature sovradescritte.

§. **259**. — Il cloro per la sua virtù di decolorare, se torna grandemente utile all'industria, può tra le mani del fraudolento convertirsi in istrumento di male opere. Si può infatti col suo mezzo alterare un pubblico atto, cancellarne o nomi o cifre, e sostituirne altre in loro vece. Nè i casi di falsificazioni per tal maniera operate sono rari. Gioverà tuttavia osservare che c'è pur modo di riconoscere se veramente siasi fatta qualche cancellatura su d'uno scritto, purchè i caratteri vi sieno stati vergati con inchiostro ordinario contenente ferro. E di

vero quando il cloro distrugge una macchia od un carattere d'inchiostro, vi lascia in sua vece alcunchè di sesquiossido o di sesquicloruro di ferro, il quale è in piccola quantità, è vero, ma conserva ancora la sua attitudine alle combinazioni, e se ne può in conseguenza svelare l'esistenza mercè l'uso di opportuni reagenti. Così se in una scrittura si fosse cancellata una parola ed un'altra si fosse ad essa sostituita, rimarrebbero trammezzo ai caratteri nuovi le tracce dei caratteri precedentemente esistenti: se su questi si fa passare dapprima con un pennello un'acqua leggermente acidulata d'acido solforico o cloridrico, e poscia con un altro pennello si umetta la carta con tintura di galla o con soluzione di prussiato di potassa, si faranno ricomparire gli antichi caratteri, col primo reagente in tinta nera, col secondo in tinta azzurra.

Tuttochè si possa nel maggior numero dei casi giungere in tal maniera a riconoscere l'alterazione d'una scrittura, egli è tuttavia prudente consiglio il cercare d'evitare anche la possibilità d'una falsificazione: a tale oggetto molti mezzi si sono immaginati, dei quali noi non potremmo tenere discorso senza uscire dai limiti che crediamo doverci imporre in questo Manuale. Solo accenneremo all'uso d'un inchiostro, il quale, indelebile in quanto che resiste all'azione distruggitrice del cloro, può tuttavia venire impiegato convenientemente nello scrivere a penna.

L' inchiostro chinese, il cui essenziale componente è il carbonio sommamente diviso, resiste all' azione del cloro: esso si stempera nell'acqua, e fornisce un liquido scorrevole che molto bene s'adopera nella scrittura a penna. Esso ha tuttavia l'inconveniente di non penetrare nel corpo della carta siccome fa l'inchiostro comune: oltracciò poichè l'acqua lo diluisce senza difficoltà, esso si può togliere dalla carta col mezzo di semplici lavature con un pennello inumidito con acqua pura. L' inchiostro chinese pertanto non potrebbe adoperarsi come mezzo di sicurezza contro le falsificazioni. A renderlo acconcio a tale uso si può giungere tuttavia, aggiungendo all'acqua con cui si diluisce, una tenue dose d'acido cloridrico, che la porti a segnare 1 grado all'areometro di Baumé. Così preparato l' inchiostro chinese conservando la sua fluidità, penetra bastevolmente nella carta perchè le lavature non possano esportarlo. Un siffatto inchiostro potrebbe servire bene per iscrivere con le penne ordinarie animali, non già colle penne d'acciaio che ne sarebbero prontamente corrose. Fortu-

natamente lo stesso effetto che si produce dall'acido cloridrico, si può ottenere con una leggera soluzione alcalina, per esempio di carbonato di soda, che segni 1 grado all'areometro suindicato. L'inchiostro in tal guisa preparato non corrode le penne metalliche, e penetra esso pure la carta su cui si applica.

§. **260**. — Dacchè il cloro imbianca il cotone, la canapa e simili, e distrugge buon numero di materie coloranti di svariata composizione, non s'inferisca che il suo potere si possa impunemente dirigere su tutte le sostanze le quali voglionsi imbiancate. Tra queste alcune non si spogliano del loro colore mercè il cloro, altre si fanno bianche, ma soffrono profonda alterazione nella loro composizione, perdendo le loro utili proprietà, e rendendosi inette al loro uso.

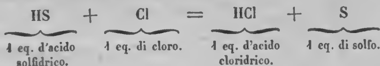
Chi per cagion d'esempio si accingesse ad imbiancare lana, o seta, o peli con cloro, la sbaglierebbe a partito; siffatte materie sono attaccate dal cloro, ma vi si ingialliscono, e tanto più quanto più lungamente soggiaciono all'azione di questo reagente. La stessa cosa accadrebbe quando si tentasse d'imbiancare col cloro le ossa ó l'avorio. Altre sostanze s'imbiancano dal cloro ma ne sono più o meno profondamente guaste. Se si versa soluzione alcoolica di resina lacca entro acqua di cloro, la resina si precipiterà, e per l'azione del cloro si farà candida; ma quando si voglia impiegare questa sostanza, così mutata, agli usi suoi ordinarii, si riconoscerà che essa più non si scioglie compiutamente nell'alcool, non si strugge più interamente per l'azione del calore, e raffreddandosi non ripiglia più la sua naturale durezza.

La cera s'imbianca per l'azione del cloro, ma si guasta essa pure: le candele fatte con cera così preparata, tuttochè di bell'aspetto, non ardono bene, danno una luce rossiccia, ed una fiamma fuliginosa, spandendo ingrato odore. Per simili ragioni il cloro non potrebbe adoperarsi per imbiancare lo zucchero, l'amido ecc.

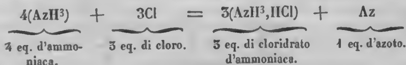
§. **261**.—Il cloro è un potente mezzo di disinfezione delle materie putride e fetenti d'origine animale o vegetale. Avido d'idrogeno esso decompone prontamente i prodotti della fermentazione putrida, ai quali l'odore fetente delle sostanze putrefatte è dovuto, cioè l'acido solfidrico e l'ammoniaca.

In un pallone pieno d'acido solfidrico si faccia giungere una corrente di gas cloro si vedrà tosto annebbiarsi il pallone per solfo che vi si depone. Il cloro toglie l'idrogeno all'acido solfidrico, formando

con esso acido cloridrico, e ne isola il solfo. Questa reazione si esprime chiaramente con questa formola:



Si faccia giungere entro un pallone pieno d'ammoniaca una corrente di cloro; il contatto dei due gas genererà immediatamente una sostanza bianca solida che si deporrà sulle pareti del vaso, e che sarà cloridrato d'ammoniaca. Il cloro scomparirà ed in sua vece si troverà gas azoto posto in libertà. La reazione si esprime in questa guisa.



Egli si comprende pertanto come, se si versi acqua di cloro sopra un pezzo di carne putrefatto, il fetore di questo prontamente si distrugga.

L'azione del cloro sull'ammoniaca merita quivi d'essere particolarmente studiata. Si abbia una canna di vetro alquanto lunga (1 met. circa) e di poco più d' 1 centimetro di diametro, e chiusa ad uno dei suoi estremi; si versi entro di essa acqua di cloro fino a che se ne sia riempita circa la metà della capacità, poi vi si aggiunga tanto d'ammoniaca liquida che tutta intera la riempisca, e chiusala col pollice d'una mano, si capovolga questa entro un catino pieno d'acqua. Una reazione viva si manifesterà e la canna quasi tutta verrà ad essere occupata da gas azoto. È facile a comprendersi come nell'atto che si capovolge la canna contenente acqua clorata ed ammoniaca liquida, questi due liquidi vengono a mescolarsi, ed a reagire l'uno sull'altro, e che in seno ad essi debbe operarsi la medesima decomposizione che abbiamo più sopra menzionata, per la quale risulta cloridrato di ammoniaca, ed azoto.

Questa reazione torna talvolta utile al chimico quando egli brama prepararsi azoto gasoso. L'apparecchio vuole essere disposto nel modo seguente.

In un palloncino (*fig.* 206) si pone un miscuglio d'acido cloridrico e biossido di manganese da cui si svolge cloro. Questo si conduce

attraverso soluzione concentrata di ammoniaca contenuta in una bottiglia di Woolf, da cui parte un tubo abduttore che si immerge in un catino d'acqua, e su cui si capovolge una bottiglia, od un cilindro pieno d'acqua. A misura che il cloro viene ad attraversare l'ammoniaca, una reazione molto viva si manifesta, la quale è spesso accompagnata da produzione di luce. Frattanto in seno al liquido ammoniacale si estricano numerose bolle gasose d'azoto, le quali pel tubo abduttore vengono a raccogliersi nel recipiente capovolto.

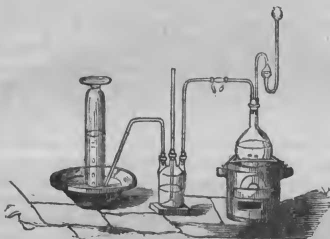


fig. 206

Alcune avvertenze sono necessarie nel eseguire questa operazione. Primieramente è d'uopo che si lascino disperdere le prime porzioni di gas, le quali non sono di azoto puro, ma contengono ossigeno dell'aria dell'apparecchio non ancora discacciata. In secondo luogo è mestieri che l'ammoniaca sia molto concentrata, sicchè per quanto rapida sia la corrente del gas cloro, questo non venga mai a trovarsi predominante; senza questa precauzione egli potrebbe accadere che il cloro incontrando l'azoto nell'atto che si sviluppa, vi si combinasse, nel qual caso risulterebbe un corpo sommamente pericoloso, il cloruro d'azoto, corpo liquido più pesante che l'acqua, che è di composizione tanto instabile che non può toccarsi, senza che si scomponga scoppiando violentemente, e risolvendosi immediatamente nei suoi elementi il cloro e l'azoto.

§. **262**. — Il cloro per la sua virtù disinfettante, è impiegato altresì a distruggere quelle emanazioni, le quali provenienti da corpi

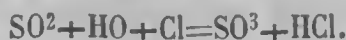
infermi hanno facoltà di comunicarsi ai corpi umani vivi e sani, e generarvi quei medesimi morbi, dai quali essi ebbero nascimento. Aderenti alle vesti degli infermi, agli arredi dei quali questi si servirono, o formanti intorno al corpo infermo una specie di venefica atmosfera, essi sono di origine organica, e perciò è ragionevole il supporre che debbano per l'azione del cloro venire alterati, e modificati nella loro natura, in guisa che la loro efficacia si distrugga. L'esperienza dimostrò quanto sia prudente consiglio il ricorrere al cloro per arrestare i progressi delle malattie contagiose, e come giovi a tale effetto sottoporre gli arredi che servirono a coprire gl'infermi di tali malattie a lavature, od a fumigazioni di cloro.

Senza più dilungarci intorno a questo argomento che alquanto ci allontanerebbe dal nostro scopo, non tralascieremo d'osservare che ogni qualvolta s'impieghi il cloro a tale oggetto sarà mestieri usare le più minute precauzioni, perchè non ne venga danno ad alcuno. Si tenga presente quanto pernicioso esso sia agli organi della respirazione, nè mai si respiri aria in cui se ne contenga una notevole quantità.

L'esperienza ha dimostrato che buona precauzione per ovviare ai danni che il cloro può cagionare, si è il tenere innanzi alla bocca un pannolino inzuppato nell'alcool, e respirare attraverso di esso: il cloro non può venire in contatto dell'alcool, senza reagirvi sopra, modificandosi chimicamente in guisa da spogliarsi della sua azione irritante e corrosiva.

§. **263**. — Il cloro opera ben di sovente cagionando ossidazione dei corpi, sui quali reagisce; egli è decomponendo l'acqua che esso produce questo effetto. Si prenda soluzione di solfato di protossido di ferro, e vi si aggiunga acqua di cloro: il ferro passerà allo stato di sesquiossido, la qual mutazione si svelerà immediatamente pel cangiamento di colore che si osserverà nella soluzione, la quale da verde chiaro si cangerà in giallo bruno: parimente una soluzione d'acido arsenioso si converte dal cloro in una soluzione d'acido arsenico.

L'acido solforoso sciolto nell'acqua si cangia per influenza del cloro immediatamente in acido solforico.



$$SO^2+HO+Cl=SO^3+HCl.$$

Si abbia una soluzione di cloro fortemente decolorante; vi si versi entro una sufficiente quantità d'acido solforoso, l'odore cloroso scomparirà di botto, e la soluzione di cloro perderà immediatamente l'a-

zione decolorante. Su questa proprietà si fonda l'impiego del solfito di soda, chiamato generalmente *anticloro*, nelle fabbriche da carta, affine di sospendere l'azione del cloro, quando la fibra vegetale si trova già sufficientemente decolorata, ed ulteriore azione del cloro potrebbe esserle dannosa. Non appena si versa la soluzione del solfito nel bagno di cloro in cui si fa l'imbiancamento, cessa l'odore di cloro ed il liquido si fa inerte ed incapace di più oltre procedere nella sua azione che potrebbe diventare perniciosa.

§. **264.** — Il chimico nel suo laboratorio, il manifattore nella sua officina hanno bene spesso mestieri di riconoscere la presenza del cloro in una soluzione; o di determinare l'intensità di azione di cui gode un'acqua clorata. A riconoscere la presenza del cloro serve ottimamente la tintura di guaiaco (soluzione alcoolica di resina di guaiaco). Una goccia di questa versata entro acqua di cloro, vi produce immediatamente una colorazione azzurra, la quale riesce più o meno intensa secondo la maggiore o minor forza dell' acqua clorata. L' esperienza si può ripetere in altra forma adoperando carta imbevuta di tintura di guaiaco, ed immergendola entro acqua clorata, ovvero lasciandovi cader sopra qualche goccia di soluzione di cloro.

Il reagente di cui discorriamo è sensibilissimo, talchè col suo mezzo si possono riconoscere quantità di cloro anche tenuissime.

§. **265.** —Nell'industria chimica torna bene spesso necessario il potere riconoscere con metodi di pronta esecuzione, quale è il grado di concentrazione di un'acqua di cloro, o se due soluzioni di cloro sieno o no di eguale concentrazione, e quale sia più, quale meno ricca, e perciò quale debba riuscire più, quale meno efficace. Per giungere a tale scopo servono molto acconciamente i saggi di clorometria che stiamo per descrivere, avvertendo che per ora li esporremo nella loro massima semplicità, e dimostrandone l'applicazione soltanto alle soluzioni di cloro, riservandoci a discorrere in altra occasione del loro impiego nel determinare il titolo d'altri composti cloriferi.

§. **266.** — Abbiamo detto che la presenza del cloro libero sciolto nell'acqua, si svela facilmente immergendovi una listerella di carta imbevuta con tintura di resina di guaiaco. Si prenda 1 parte di questa resina, e si sciolga in 24 parti di alcoole; nella soluzione s'immerga carta senza colla, ed estratta si lasci seccare all'aria.

Questa carta così preparata quando s'immerga entro acqua clorata

si farà azzurra ; e tanto più rapidamente ed intensamente si colorerà quanto più la soluzione di cloro sarà attiva ed energica. Si osservi tuttavia che quando l'azione del cloro giunga ad un certo grado di intensità, la colorazione in azzurro che da principio essa produce dopo breve tempo interamente si dilegua.

Abbiansi pertanto due soluzioni di cloro, di non conosciuta concentrazione; se ne prendano due quantità eguali, una per ciascuna, e si pongano in due bicchierini di vetro, poscia si taglino da uno stesso foglio di carta preparata col guaiaco due listerelle, e contemporaneamente queste s'immergano l'una nell'uno l'altra nell'altro bicchierino. Sarà non difficile cosa, osservando attentamente il progredire della colorazione, lo scorgere, se questa proceda con eguale rapidità, e con pari intensità nelle due carte: la qual cosa se accadesse sarebbe segno di pari concentrazione delle due soluzioni. Che se per l'incontro la produzione della tinta in una delle carte si facesse più rapida, ed in minor tempo salisse ad alto grado, mentre nell'altra si manifestasse lenta e poco decisa, si argomenterà senza tema di errore che la prima soluzione è più ricca di cloro che la seconda.

Egli si comprende che questo modo d'apprezzare le differenze di concentrazione delle soluzioni di cloro richiede 1° che le due listerelle di carta sieno egualmente ricche di resina di guaiaco, il che si ottiene tagliandole piuttosto sottili, l'una accosto all'altra, nello stesso foglio, preparato con carta d'uniforme spessezza, è stata regolarmente imbevuta di soluzione di resina; 2° che si faccia l'immersione nel medesimo tempo, perchè la reazione del cloro abbia cominciamento allo stesso istante nell'una e nell'altra.

Si comprende senza difficoltà che quando siasi trovata una differenza sensibile di concentrazione tra due soluzioni di cloro, si potrà con aggiungere acqua alla più concentrata allungarla quanto fa d'uopo, perchè la sua forza si riduca ad essere pari a quella dell'altra a cui essa si paragona; il che non sarà difficile usando la precauzione d'aggiungere l'acqua gradatamente, ed esplorando ad ogni addizione di nuova acqua le due soluzioni comparativamente. Ora procedendo più innanzi, questo modo di sperimentare può condurre a determinare la quantità di cloro contenuta in una soluzione clorata. Perciò è d'uopo che si abbia una soluzione di cloro di cui si conosca la ricchezza, o per servirci di una espressione consacrata dall'uso, che abbia *un titolo* conosciuto, il quale rappresenti la relazione di vo-

lume tra l'acqua ed il cloro ch' essa tiene sciolto. Egli è facile il preparare un liquido di tal fatta nel modo seguente:

Prendasi una bottiglia di vetro, della capacità di 500 cent. cub. all'incirca, bene asciutta e si riempisca di gas cloro secco, seguendo il modo di operare descritto al §. 255; quando essa sarà piena di gas si chiuda immediatamente col suo turacciolo di vetro smerigliato. Si trasporti allora la bottiglia sopra un catino pieno d'acqua ed in questa si capovolga, sicchè se ne immerga il collo e parte del ventre; quindi tenendola con una mano si tolga coll'altra il turacciolo (*fig.* 207): un



fig. 207

poco d'acqua tosto entrerà dentro della bottiglia. Si chiuda questa e tenendola sempre nella medesima situazione si scuota alquanto. L'agitazione farà sì che una parte del gas cloro venga sciolta dall'acqua; allora aprasi la bottiglia sempre sott'acqua; una quantità di liquido entrerà ad occupare lo spazio che dapprima era tenuto dal cloro sciolto. Si chiuda nuovamente e si agiti, poi si apra una terza volta: con queste operazioni successive si giungerà ad ottenere l'assorbimento intero del cloro: la bottiglia si riempierà compiutamente d'acqua, ossia di soluzione clorata, la quale conterrà un volume di cloro sciolto in pari volume d'acqua. Se si prendono 100 cent. cubici di questo liquido si potrà dire con certezza che essi conterranno 100 cent. cub. di cloro. Il suo titolo sarà 100, con questa soluzione sarà sempre facile ottenere soluzioni di titolo inferiore, prendendone un volume determinato, ed aggiungendovi 1, 2, 3, 4, ecc. volumi d'acqua pura; coll'addizione infatti di 1 volume d'acqua si sarà diviso il titolo per 2 e sarà divenuto 50; coll'addizione di 2 volumi d'acqua si sarà diviso il titolo per 3, e sarà divenuto 33,33 e così di seguito. Data pertanto una soluzione di cloro di titolo non conosciuto, se ne prenderà un volume di 1 centimetro cubico, e s'introdurrà in un bicchierino di vetro,

e poscia si prenderà un pari volume della soluzione titolata a 100, e si porrà in un altro bicchierino; quindi tagliate due listerelle di carta di guaiaco, s'immergeranno contemporaneamente nei due liquidi, e si osserverà attentamente come la loro colorazione proceda. Egli è evidente che quando si osservasse pari celerità nel tingersi in azzurro, e pari intensità nel colore di ambedue le carte, si potrà senza esitazione pronunciare che l'acqua clorata di titolo non conosciuto, ha la stessa ricchezza in cloro che l'altra a cui si paragona, e che perciò essa contiene un volume di cloro pari al suo. Se per l'incontro si osservasse maggior rapidità di colorazione nel liquido di titolo incognito, si giudicherà che esso contiene più cloro che l'altro, e si procederà ad indebolirlo con aggiungervi a poco a poco tant'acqua che basti per portarlo al grado di forza, che sia pari a quello del liquido di paragone; ciò si farà tenendo conto della quantità d'acqua che si aggiunge: supponiamo che sia stato mestieri di aggiungere al centimetro cubico di liquido clorato 1 centimetro cubico d'acqua distillata, sarà da conchiudersi che esso conteneva 2 volte tanto di cloro quanto se ne contiene nel liquido di paragone: se si dovettero aggiungere 2 cent. cubici, si conchiuderà che esso era 3 volte più ricco in cloro ecc.

Quando, inversamente, il liquido di titolo ignoto siasi riconosciuto più debole di quello a titolo conosciuto, sarà facile indebolir questo coll'aggiungervi volumi misurati esattamente d'acqua distillata, ripetendo la prova colle due carte, finchè si giunga a parità di forza nei due liquidi. La quantità d'acqua che si dovette aggiungere al liquido titolato per ottenere parità di azione condurrà a giudicare della quantità di cloro contenuto nell'altro a titolo ignoto.

Per quanto fu detto si comprende che il fatto della colorazione della carta preparata col guaiaco può tornare molto acconcio per la determinazione quantitativa del cloro sciolto nell'acqua. Convien dire tuttavia che se nella pratica industriale questo modo di sperimentare può riuscire di molta utilità, specialmente perchè offre un mezzo assai spedito per giungere allo scopo, d'altra parte esso è assai delicato, dipendendo la rettitudine o l'erroneità del giudizio dalla perspicacia dello sperimentatore nel discernere le minute differenze che si presentano nel coloramento delle due carte, la quale non si può acquistare che con lungo uso, onde è che le indicazioni di questo saggio non sono generalmente che approssimative.

§. 267. — Quando maggiore esattezza si richiegga nel determinare la quantità di cloro contenuta in una soluzione di questo gas, sarà più conveniente il ricorrere ad un altro saggio clorometrico, il quale come molti altri saggi di tal genere, è dovuto all'illustre Gay-Lussac, e di cui esporremo qui alcuni particolari.

È noto, e l'abbiamo già accennato, che l'indaco si decolora dal cloro. Questa decolorazione è dovuta a reazione chimica, la quale perciò suppone che tra l'indaco che si decolora, ed il cloro che si richiede all'uopo, vi sia una stretta relazione di quantità.

Se ad una soluzione di cloro si aggiunga a gocce a gocce della soluzione d'indaco, si vedrà che fino ad un certo segno ogni goccia azzurra che cade nell'acqua clorata si dilegua e svanisce, ma che poi si giunge ad un segno a cui una nuova goccia di soluzione d'indaco non si può più decolorare, e tinge tutto il liquido in azzurro.

Una quantità determinata di cloro non può adunque decolorare che una quantità pure determinata d'indaco: quando perciò si voglia conoscere quanto di cloro si contenga in un'acqua clorata si potrà esplorarla con soluzione d'indaco, e la quantità di questa che verrà scolorata da un volume d'acqua clorata potrà servire di misura della concentrazione di questa. Egli sarà tuttavia necessario per tale oggetto che si conosca quanto d'indaco si contenga nella soluzione di cui si voglia far uso. Per ciò avea Gay-Lussac stabilito che si facesse una soluzione d'indaco di tal concentrazione che prendendone 10 centimetri cubici, questi venissero decolorati da 1 centimetro cubico di soluzione di cloro che contenesse un volume di cloro pari al suo. Come si possa facilmente preparare una tale soluzione di cloro fu già detto al §. 266.

Supposto pertanto che si abbia la soluzione d'indaco che soddisfaccia alla condizione succennata, e che presane una misura di 10 centimetri cubici vi si versi entro a poco a poco una soluzione di cloro, di cui la ricchezza non sia peranco conosciuta, e si misuri esattamente, in centimetri cubici ed in frazioni, il volume che se ne richiede per la compiuta decolorazione di quella misura di soluzione d'indaco; se ad ottenere l'intento basta 1 centimetro cubico, sarà da conchiudersi che quell'acqua clorata contiene un volume pari al suo di cloro; se invece se ne richiede $^1/_2$ centimetro cubico, se ne argomenterà che essa ha un doppio volume di cloro; se per l'incontro fosse mestieri d'impiegarne 2 centimetri cubici, se ne dovrebbe trarre

la conseguenza che quell'acqua clorata non contiene che un volume di cloro metà del suo. In una parola la quantità del cloro sarà in ragione inversa dei volumi d'acqua clorata, che si dovranno impiegare per la compiuta decolorazione dei 10 centimetri cubici di soluzione d'indaco, ritenendo che il termine di paragone è quell'acqua clorata, la quale contiene un volume di cloro pari al suo, ed è capace di decolorare 10 centimetri cubici di soluzione d'indaco preparata a tal uopo.

Il preparare la soluzione d'indaco che soddisfacia alla condizione che 10 centimetri cubici di essa si decolorino da 1 centimetro cubico d'acqua clorata contenente un volume di cloro pari al suo, è cosa che non presenta difficoltà.

Per tal fine si fa una soluzione concentrata di solfato d'indaco, (dissoluzione d'indaco nell'acido solforico): quindi presane una porzione, vi si aggiunge alquanto acqua, e toltane una misura di 10 centimetri cubici, si prova se interamente si decolora da 1 centimetro cubico della soluzione clorata a titolo normale. Se la decolorazione non è compiuta, si allunga la soluzione d'indaco con nuova acqua, e si ripete l'esperimento della decolorazione, finchè dopo una serie di tentativi si giunga ad avere l'esatta corrispondenza tra le due soluzioni.

Malgrado la facilità colla quale si può preparare il liquido di prova coll'indaco, l'uso di questo corpo tuttavia si abbandonò compiutamente: la ragione di tale abbandono sta nell'instabilità della soluzione solforica d'indaco, la quale colla lunga conservazione si altera, e perde in intensità: il che ha per conseguenza che incerta riesca l'indicazione della ricchezza d'una soluzione di cloro, quando non si adoperi la soluzione d'indaco preparata di recente. Con una soluzione da lungo tempo conservata e perciò impoverita, il saggio di una soluzione di cloro dà sempre un titolo maggiore del reale.

Ad evitare questo inconveniente, Gay-Lussac ebbe il pensiero di sostituire all'indaco un'altra sostanza, la quale venisse pure chimicamente modificata dal cloro, e di cui le mutazioni riuscissero facili ad apprezzarsi, ma che fosse inalterabile anche per lunga conservazione, e questo corpo è l'acido arsenioso.

L'arsenico, corpo semplice di cui terremo discorso a suo tempo è un metallo, il quale combinandosi coll'ossigeno forma più composti: tra questi ve n'ha uno il quale è chiamato dai chimici *acido arse-*

nioso, dai commercianti *arsenico bianco:* esso risulta in 100 parti da

Arsenico	75,72
Ossigeno	24,28
	100,00.

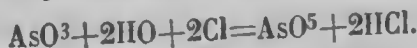
I chimici convennero nell'esprimere la sua composizione col mezzo della formola AsO^3, in cui il simbolo As corrisponde all'equivalente dell'arsenico ossia a 936, il quale è combinato con tre equivalenti di ossigeno ossia 300. Questo corpo ha tendenza a combinarsi con nuovo ossigeno, e quando ciò accade esso si converte in un composto in cui per la medesima quantità di arsenico ossia 1 equivalente=936, si trovano 5 equivalenti di ossigeno ossia 500: questo nuovo composto è l'*acido arsenico.* La conversione dell'acido arsenioso in acido arsenico si fa in più modi, tra i quali quello si annovera che un corpo avido d'idrogeno reagisca sull'acqua in cui esso si trovi sciolto, nel qual caso hanno luogo decomposizione dell'acqua, formazione d'un composto idrogenato, e fissazione d'ossigeno sull'acido arsenioso, e sua conversione in acido arsenico. La cosa procede appunto così quando si trovano in presenza l'uno dell'altro questi tre corpi acqua, cloro, ed acido arsenioso. I prodotti della reazione sono acido cloridrico ed acido arsenico. La reazione si effettua tra

1 eq. d'acido arsenioso	AsO^3
2 eq. di cloro	Cl^2
2 eq. d'acqua	$2HO$

d'onde risultano

1 eq. d'acido arsenico	AsO^5
e 2 eq. d'acido cloridrico	$2HCl$

Questa reazione si può adunque esprimere colla formola seguente:



$$AsO^3+2HO+2Cl=AsO^5+2HCl.$$

Dalla qual formola argomentiamo che per convertire in acido arsenico 1236 d'acido arsenioso, ossia 1 eq., si esigono 2 eq., ossia 886, di cloro.

La tendenza dell'acido arsenioso a prendere con sè nuovo ossigeno quando s'imbatta nel cloro in presenza dell'acqua è tale, che quando si versi gradatamente acqua di cloro in una soluzione d'acido arse-

nioso libero o combinato nell'acqua, a cui siasi aggiunta una benchè piccola quantità di soluzione d'indaco, questa non prova nè punto nè poco l'azione decolorante del cloro, fintanto che v'ha acido arsenioso non ancora convertito in acido arsenico, pronta tuttavia ad immediatamente decolorarsi, quando siasi raggiunto il termine dell'accennata conversione, e nuovo cloro sopravvenga anche in proporzione tenuissima. Se adunque si abbia una soluzione di 1236 gr. d'acido arsenioso, tinta leggermente con indaco, ed in essa si versi a poco a poco una soluzione di cloro, la decolorazione dell'indaco solo si manifesterà quando si sarà impiegato una quantità di liquido clorato, che contenga un peso di 886 gramme di cloro. Partendo da questa base si può, per via di semplice calcolo di proporzione, dedurre che, quando si abbia un litro d'una soluzione clorata, che contenga appunto il suo volume di cloro, si avrà in essa quanto basta, nè più nè meno, per convertire in acido arsenico gr. 4,401 d'acido arsenioso, e reciprocamente quando un litro di soluzione arsenicale contenga gr. 4,401 d'acido arsenioso, e venga mutata compiutamente in una soluzione d'acido arsenico per mezzo d'una soluzione di cloro, si potrà senza tema d'errare asserire che a produrre quest'effetto si dovette impiegare una soluzione di cloro contenente 3,155 di cloro, ossia 1 litro di questo gas (1).

Questi dati bastano a far comprendere come si proceda affine di determinare la quantità di cloro contenuta in una soluzione di questo gas. Si fa una soluzione di gr. 4,401 di acido arsenioso purissimo entro alquanto acido cloridrico, anch'esso perfettamente puro; fatta la soluzione vi si aggiunge quanto basta d'acqua per avere un volume di 1 litro di liquido. Di questa soluzione se ne prendono 10 cent. cub., si versano entro un recipiente di vetro, quindi vi si aggiungono alcune gocce di soluzione d'indaco. D'altra parte si prende in un recipiente graduato un volume di 100 cent. cub. della soluzione di cloro da esplorarsi: questa si versa a poco a poco nella soluzione arseniosa, finchè si ottenga il decoloramento. Supponiamo che a tal fine si debbano impiegare 10 cent. cub. di soluzione di cloro, si argomenterà che questa soluzione conteneva un volume di cloro pari al suo; se per l'incontro se ne richieggono 20 cent. cub., si dovrà conchiudere

(1) Si suppone che il cloro sia misurato alla temperatura 0° ed alla pressione atmosferica di met. 0,76.

necessariamente ch'essa contiene solo $^1/_2$ volume di cloro, e così vadasi dicendo. In una parola, il titolo d'una soluzione clorata sarà in ragione inversa della quantità che se ne richiederà per decolorare un volume di 10 cent. cub. di soluzione normale d'acido arsenioso colorato dall'indaco.

Ogniqualvolta si abbia a determinare il titolo d'una soluzione di cloro col metodo indicato, sarà mestieri eseguire due o tre saggi consecutivi; il primo serve di guida pei susseguenti. È mestieri inoltre che la quantità d'indaco che si aggiunge alla soluzione arseniosa sia tenue quanto si può, perciocchè quando si voglia ottenere un decoloramento compiuto, è d'uopo s'impieghi una sensibile quantità di liquido clorato per distruggere l'indaco, il che darebbe sempre per risultamento una quantità di cloro minore della reale.

Egli è raro che nella pratica si abbiano ad eseguire saggi clorometrici sopra semplici soluzioni di cloro nell'acqua; per lo più siffatti saggi versano sopra altri composti decoloranti, dei quali per ora non potremmo tenere discorso. Ritorneremo perciò sull'argomento della clorometria in altra occasione, contenti per ora d'averne mostrato e bastevolmente dichiarato i principii fondamentali.

A compiere l'argomento del cloro ci rimarrebbero a descrivere gli apparecchi che si adoprano nelle fabbriche di prodotti chimici per la produzione di questo gas. Crediamo tuttavia che meglio verrà collocata questa descrizione accanto a quella degli apparecchi, col mezzo dei quali il gas medesimo s'impiega alla preparazione d'altri prodotti chimici, quali sono i cloruri decoloranti, il clorato di potassa ecc.

Cloro ed Ossigeno.

§. 268. — Il cloro e l'ossigeno si possono combinare in molte proporzioni; ne risulta una schiera di 7 composti diversi, i quali tutti sono dotati di proprietà acide, e sono

1° l'acido ipocloroso
2° l'acido cloroso
3° l'acido ipoclorico
4° l'acido clorico
5° l'acido perclorico
6° l'acido cloroso-clorico
7° l'acido cloro-perclorico.

Di tutti questi acidi non uno ha importanza per le arti allo stato d'isolamento, alcuni sono dotati di grande instabilità, e non sono esenti da pericolo per chi li maneggia. Allo stato di combinazione con le basi alcuni tra gli acidi accennati tornano di grande utilità nelle arti: accenneremo specialmente l'acido ipocloroso e l'acido clorico. Ci riserveremo adunque di discorrere della produzione di questi acidi negli articoli che riguarderanno i loro composti salini.

Daremo qui soltanto la composizione dei principali tra gli acidi ossigenati del cloro. Di questi il più povero d'ossigeno, e che rappresenta il primo grado di ossidazione del cloro, è l'acido ipocloroso. La sua composizione in 100 parti risulta da

Cloro	81,58
Ossigeno	18,42
	100,00

L'acido che immediatamente lo segue nella scala ascendente d'ossidazione, è l'acido cloroso, la cui composizione è risultante da

Cloro	59,62
Ossigeno	40,38
	100,00

Il terzo acido, ossia l'ipoclorico, si compone di

Cloro	52,55
Ossigeno	47,45
	100,00

Il quarto, o l'acido clorico, si compone di

Cloro	46,97
Ossigeno	53,03
	100,00

Il quinto finalmente, o l'acido perclorico, si compone di

Cloro . . : :	38,76
Ossigeno	61,24
	100,00

Se prendendo a considerare la composizione dell'acido ipocloroso, ossia del 1° grado di ossidazione del cloro, si cerca quanto di cloro si contiene in una quantità di quest'acido che contenga 100 d'ossigeno, si trova che la quantità del cloro è eguale a 443, ossia che per ottenere acido ipocloroso con 100 di ossigeno è d'uopo che con esso si combinino 443 di cloro. Si ammette che questa quantità 443 sia l'equivalente del cloro, e che la composizione dell'acido ipocloroso si esprima colla formola ClO.

Partendo da questo punto, se noi cerchiamo con quanto d'ossigeno si combini la medesima quantità di cloro 443 negli acidi più ossigenati del cloro, troviamo la seguente serie:

Acido ipocloroso	Cloro	443
	Ossigeno	100
Acido cloroso . : . . .	Cloro	443
	Ossigeno	300
Acido ipoclorico . . : .	Cloro . :	443
	Ossigeno	400
Acido clorico	Cloro	443
	Ossigeno	500
Acido perclorico . . : :	Cloro	443
	Ossigeno	700

Si scorge pertanto in questi composti un luminoso esempio della legge delle proporzioni multiple, imperciocchè, costante essendo la quantità del cloro in tutti questi acidi, le quantità d'ossigeno sono tra loro nella ragione dei numeri 1, 3, 4, 5, 7.

La composizione di tutti questi acidi si esprimerà adunque colle seguenti formole:

Acido ipocloroso	ClO
» cloroso	ClO^3
» ipoclorico	ClO^4
» clorico	ClO^5
» perclorico	ClO^7.

L'equivalente del cloro eguale a 443 verrà confermato dalle considerazioni alle quali ci sarà mestieri discendere tra poco intorno alla composizione dell'acido cloridrico e dei cloruri metallici.

Cloro ed Idrogeno.

Acido cloridrico $HCl = 455,5$.

§. **269**. — Nel descrivere le proprietà del gas cloro abbiamo già detto come questo corpo si comporti coll'idrogeno sotto l'influenza di temperatura elevata, della scintilla elettrica e della luce. Questi tre agenti imponderabili, operando in condizioni opportune su d'un miscuglio de' due corpi accennati, ne determinano la combinazione diretta, d'onde risulta l'acido cloridrico.

Quando tuttavia ci vogliamo procurare acido cloridrico, non procediamo per la via della combinazione diretta dei suoi due componenti, ma per un cammino molto più facile ed economico, che siamo per descrivere.

§. **270**.—Prendasi del sale marino, o sale comune, o sale di cucina che voglia dirsi, e si scaldi in una cassola di porcellana od in un crogiuolo di terra, per discacciarne tutta l'acqua d'interposizione ch'esso contiene: poscia se ne prenda una piccola quantità, e s'introduca in un bicchiere, e sopra vi si versi tanto d'acido solforico concentrato da

bagnarlo interamente. Non sì tosto l'acido si troverà a contatto del sale, si osserverà: 1° che nel miscuglio si sviluppa calore; 2° che il bicchiere si riempie di un denso fumo, il quale arrossa potentemente la tintura di tornasole, ha un odore pungente irritante, e molesta persino, con una sensazione di calore e prudore insopportabile, la cute di chi vi ponesse una mano in contatto, e ve la tenesse per qualche momento. Il miscuglio frattanto entra in effervescenza per manifesto sprigionamento di un corpo gasoso: diciamo tosto che questo è il composto che ora dobbiamo studiare, cioè l'acido cloridrico.

A vece di operare in tal guisa, si adoperi l'apparecchio rappresentato dalla *fig.* 208: in un pallone di vetro di conveniente capacità si

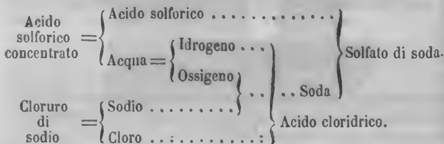


fig. 208

introduca sale marino deacquificato, quindi un egual peso d'acido solforico concentrato a 66 dell'areometro di Baumé, e tosto si chiuda l'orifizio del pallone con un buon turacciolo di sovero munito di un tubo abduttore, il quale si tuffi col suo estremo libero entro un bagno di mercurio. Il pallone si collochi su d'un fornelletto, in cui si faccia un lento fuoco di carbone. Il miscuglio entrerà in viva effervescenza, e sbuffi di gas usciranno dall'estremo libero del tubo abduttore, agitando fortemente il mercurio del bagno. Si capovolga sull'orifizio del tubo una campanella di vetro piena di mercurio, e si vedrà siccome essa prontamente si riempirà di un corpo gasoso. Questo è l'acido cloridrico.

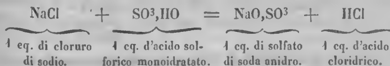
Prima di procedere allo studio delle proprietà di questo gas ci giova tosto dichiarare il fatto della sua produzione.

Il sale marino è un composto di un metallo, il sodio, e di cloro: in linguaggio chimico chiamasi cloruro di sodio. L'acido solforico concentrato a 66 A. è un composto d'acido solforico anidro e d'acqua in proporzioni definite, cioè di 500 d'acido solforico anidro, ossia 1 equiv., e 112,5 d'acqua, ossia 1 equiv. L'acido solforico ha una potente affinità per la soda, ossia per quel composto che il sodio forma coll'ossigeno, e che i chimici chiamano ossido di sodio. Nel miscuglio di cloruro di sodio ed acido solforico concentrato vi ha l'acqua, la quale contiene due elementi, idrogeno ed ossigeno. Questa in presenza del cloruro di sodio si decompone, come si decompone il cloruro medesimo; v'ha scambio di componenti tra loro: il sodio abbandona il cloro, e s'impadronisce dell'ossigeno dell'acqua, e forma ossido di sodio o soda, il cloro s'incontra coll'idrogeno, e con esso si combina generando acido cloridrico. La soda non si rimane isolata, ma si combina coll'acido solforico producendo solfato di soda. Questa reazione si mostrerà più chiara col mezzo del seguente quadro:



Se noi ora cerchiamo quanto d'acido solforico monoidratato (a 66 A.) si richiegga per decomporre un peso determinato di cloruro di sodio, troviamo che per 730 parti di cloruro si esigono 612,5 parti d'acido, ossia 1 equiv. La composizione del cloruro di sodio è tale, che 730 parti di esso contengono 297 di sodio e 443 di cloro. Nelle 612,5 parti d'acido solforico si contengono 500 d'acido anidro e 112,5 d'acqua, le quali contengono 100 di ossigeno e 12,5 d'idrogeno, ossia tanto di ossigeno da ossidare tutto il sodio e convertirlo in soda; l'idrogeno è in quantità tale (12,5) che satura interamente 443 di cloro, ossia quanto di questo corpo si contiene in 730 di cloruro di sodio. Consultando la tavola degli equivalenti dei corpi semplici, che abbiam

posta al §. 40 pag. 60, e ricordando la composizione dell'acqua e dell'ac.do solforico, noi potremo esprimere la reazione da cui si genera l'acido cloridrico colla seguente formola:



Nell'acido di cui discorriamo l'elemento elettro-negativo è il cloro, onde il suo nome d'acido cloridrico.

§. **271.** — L'acido cloridrico ha le seguenti proprietà. Nelle ordinarie condizioni di temperatura e pressione atmosferica esso è gasoso: alla temperatura di +10°, sottoposto ad una pressione di 40 atmosfere, si liquefà. Sotto la pressione ordinaria esso si fa liquido eziandio se venga a raffreddarsi con un misto d'acido carbonico solido e d'etere. Finora non potè essere solidificato.

L'acido cloridrico ha odore suo proprio, acido, pungente ed irritante; molesta violentemente le narici e le fauci, e stimola al tossire. Arrossa potentemente la carta di tornasole. È denso assai, e più che l'aria atmosferica: 1 litro di esso pesa gr. 1,612. Non è combustibile, e spegne i corpi già in via di combustione. È nel novero dei gas più solubili nell'acqua, la quale alla temperatura di 0° ne scioglie 480 volumi pari al suo: tale tendenza ad unirsi all'acqua ci spiega il perchè, quando questo gas giunga in contatto dell'aria, vi produce fumi densi: questi risultano dalla combinazione dell'acido cloridrico col vapore acquoso contenuto nell'aria.

Se si porta una campanella di vetro riempita di gas acido cloridrico secco e puro entro un vaso che contenga acqua, e quivi si apre, il gas sarà immediatamente assorbito dall'acqua, la quale si precipiterà entro la campanella, e vi urterà così fortemente contro le pareti, da romperle. In quest'esperimento vuolsi andar guardingo per non esser ferito dai pezzi del vetro della campanella nell'atto in cui essa si spezza. Una piccola quantità d'aria che sia mista al gas rallenta l'entrata dell'acqua nella campanella, la quale perciò più non si rompe. Alla stessa grandissima tendenza di questo corpo a combinarsi con l'acqua si deve attribuire la sensazione di calore che esso produce quando viene in contatto delle mani di chi con esso esperimenta.

La soluzione satura dell'acido cloridrico nell'acqua ha un'acidità

schietta, ed arrossa potentemente la tintura di tornasole; la sua composizione è espressa dalla formola $HCl,6HO$, e contiene in 100 parti

Acido cloridrico . . . : :	40,29
Acqua	59,71
	100,00

Quest'acido ha una densità di 1,2109. Spande fumi bianchi quando si lasci in vaso aperto: questo fatto indica che una parte dell'acido che esso contiene abbandona il suo veicolo e si disperde nell'atmosfera: dopo qualche tempo il fenomeno cessa interamente: allora l'acido ha una densità di 1,128 alla temperatura di +14°, e bolle ad una temperatura di +106° sotto la normale pressione di 76 cent.: la sua composizione, secondo il sig. Binaud, risulterebbe da 1 equiv. d'acido cloridrico HCl e 12 equiv. d'acqua, e la sua composizione sarebbe perciò espressa da

Acido cloridrico	25,21
Acqua	74,79
	100,00

Se il liquido così ottenuto si sottoponga all'azione del calore in un apparecchio distillatore, esso perde ancora una parte del suo acido cloridrico allo stato di gas, il suo punto di bollizione si eleva fino a +110°, e quivi si rende stazionario; l'acido a tal segno ha una composizione costante, che si rappresenta dalla formola $HCl + 16HO$, ed in 100 parti contiene:

Acido cloridrico	20,19
Acqua	79,81
	100,00

Così l'acido cloridrico sarebbe capace di formare tre composti definiti coll'acqua, dei quali le formole sarebbero


$HCl, 6HO$


$HCl,12HO$


$HCl,16HO$

§. **272.** — La somma solubilità dell'acido cloridrico nell'acqua permette d'ottenere facilmente la sua soluzione acquosa. Serve a

ciò un apparecchio di Woolf (*fig.* 209). Entro un pallone di vetro di pareti alquanto sode s'introducono 6 parti di salè marino deacquificato, e vi si aggiungono 5 parti d'acido solforico concentrato a 66 A; collocato il pallone su d'un piccolo fornello lo si unisce, col mezzo di un tubo di vetro, con una serie di 3 bottiglie a tre coll›

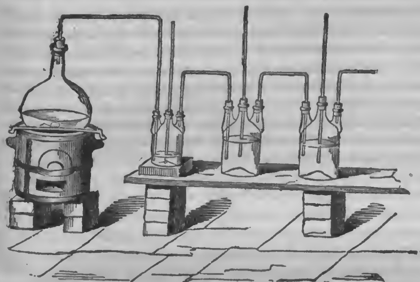


fig. 207

munite dei loro tubi comunicanti e di sicurezza; nella prima bottiglia si pone poca acqua perchè vi si arrestino le sostanze meccanicamente trasportate dall'acido; nelle seguenti si pone acqua distillata destinata a saturarsi. I tubi col mezzo de' quali si conduce il gas da una bottiglia all'altra, non debbono immergersi che di qualche millimetro entro l'acqua; la ragione di ciò sta nella proprietà che ha la soluzione d'acido cloridrico d'essere più densa che non è l'acqua pura; così a misura che il gas penetra nell'acqua, vi produce una piccola quantità di soluzione acida, la quale tosto si precipita in fondo della bottiglia, mentre ad essa si sostituisce nuova acqua non ancor satura. La reazione s'incomincia a freddo, e si lascia progredire da sè finchè si scorge troppo rallentata, al qual punto si attiva col porre sotto il pallone qualche carboncino acceso. Il gas si lava dapprima nell'acqua della prima bottiglia, poi perviene nella seconda e quivi si scioglie; in principio

le bolle gasose, impure per la presenza dell'aria dell'apparecchio, attraversano l'acqua, e non vi si sciolgono che in parte; dopo breve tempo esse si sciolgono interamente, e non passano oltre nella bottiglia seguente che quando l'acqua è compiutamente satura d'acido.

Alcune osservazioni tornano in acconcio a proposito della descritta preparazione. 1° Quando si voglia operare sovra grandi masse di sale marino, e per conseguenza si adoperi un pallone assai ampio, giova adagiarlo entro un bagno di sabbia, perchè meno esposto sia al pericolo di rottura. 2° È opportuno che il sale marino sia non solo deacquificato, ma fuso e rotto in masse non troppo picciole (1). Se il sale si adoperasse o quale rinviensi in commercio, o deacquificato, ma ridotto in polvere, la reazione dell'acido solforico sovra di esso sarebbe troppo precipitata, e difficilmente si eviterebbe il pericolo di un rigonfiamento del miscuglio, il quale spinto dal gas che tumultuariamente si sprigiona, potrebbe facilmente penetrare nel tubo per cui comunica il pallone colla prima bottiglia; l'operazione in tal caso potrebbe andar perduta, e quando il primo tubo venisse ad ostruirsi, potrebbe di leggeri scoppiare il pallone con pericolo dell'operatore. 3° È necessario adoperare sale marino purificato, se pure vuolsi ottenere acido cloridrico esente da materiali stranieri; diremo tra poco di qual genere questi siano. È facile il purificare il sale marino facendone una soluzione satura nell'acqua fredda, filtrandola, poscia evaporandola in una caldaia di rame stagnata od in un vaso di terra verniciata; a misura che l'acqua si evapora, il sale si depone in piccoli cristalli, i quali si raccolgono col mezzo d'una scumaruola, e si pongono entro un imbuto perchè ne goccioli l'acqua interposta. 4° È da evitarsi la presenza di materiali organici nel sal marino; in contatto con l'acido solforico essi si decomporrebbero in parte, e genererebbero acido solforoso, il quale verrebbe a sciogliersi insieme coll'acido cloridrico, e renderebbe il prodotto impuro, ed inetto a molti usi. 5° Finalmente è mestieri non eccedere nella quantità dell'acido solforico, perciocchè in tal caso facilmente una parte di esso acido si evaporerebbe, specialmente sul termine dell'operazione, sotto l'influenza di alquanto

(1) Si fonde il sale marino scaldandolo convenientemente in un crogiuolo di terra refrattaria, e quando è liquido si versa sovra una lastra pulita di ferro sulla quale esso si solidifica; per adoperarlo si rompe in grossi frantumi.

forte calore, e misto con l'acido cloridrico verrebbe con esso a condensarsi nell'acqua, e farebbe impuro il prodotto.

§. 273. — Dalle cose dette superiormente intorno alla composizione del cloruro di sodio si comprende che, giusta la teoria esposta, con un peso di questo sale eguale a 6 si dovrebbe saturare al massimo concentramento una quantità d'acqua eguale a 5,5, che perciò si dovrebbe ottenere un peso di 11,5 di soluzione d'acido cloridrico; e che finalmente dovrebbe aversi come residuo di questa operazione 7,4 incirca di solfato di soda. Alcune osservazioni tornano qui necessarie.

Quando, operando entro recipienti di vetro, s'impiegassero esattamente le proporzioni d'acido solforico e di sale marino che furono indicate, e che corrispondono alla formola allegata (§. 270), non si giungerebbe ad avere la decomposizione totale del cloruro di sodio, e perciò la quantità d'acido cloridrico che si otterrebbe sarebbe sempre minore di quella che abbiamo supposto ricavarsi. Un simil fatto fu già osservato quando abbiamo tenuto discorso della fabbricazione dell'acido nitrico. La ragione di ciò sta nella tendenza che ha l'acido solforico a generare colla soda un sale, in cui per ogni equivalente di base v'ha una proporzione d'acido solforico doppia di quella che si contiene nel solfato neutro, e che chiamasi bisolfato di soda. Questo sale si compone di

Soda	1 equiv.	= NaO
Acido solforico anidro : .	1 equiv.	= SO^3
Acido solforico monoidratato	1 equiv.	= SO^3,HO.

Esso è stabile assai e non può decomporsi che a temperatura considerevolmente elevata, e l'acido solforico, che in esso eccede la misura che sarebbe necessaria per costituire solfato di soda neutro, vi è fissato tenacemente per modo che rimane per così dire paralizzato ed incapace di decomporre il cloruro di sodio. Dalla quale osservazione si deduce che quando si voglia interamente decomporre il sale marino col mezzo dell'acido solforico concentrato sarà mestieri adoperare tanto acido solforico che basti a convertire tutto il sodio in bisolfato di soda avente la composizione $NaO.SO^3 + SO^3,HO$; che se pure si adoperano le proporzioni di sale marino ed acido solforico, che abbiamo superiormente indicate corrispondenti ad 1 eq. di sale ed 1 eq. d'acido, si avrà per risultamento

$^1/_2$ eq. d'acido cloridrico, e per residuo una massa la quale conterrà $^1/_2$ eq. di sale marino non decomposto, ed $^1/_2$ eq. di soda combinato con 1 eq. d'acido solforico ed $^1/_2$ eq. d'acqua. Quando adunque si volesse decomporre esattamente una quantità di cloruro di sodio =6, sarebbe mestieri impiegare un peso d'acido solforico concentrato a 66 A. =10.

In questo modo di operare, che pure potrebbe seguirsi quando si volessero solo decomporre piccole quantità di sale marino, s'incontra tuttavia un inconveniente, se assai ragguardevole sia la proporzione del sale accennato. Si osserva infatti che il miscuglio di 1 equiv. di cloruro di sodio e 2 equiv. d'acido solforico, che si mostra tosto come un liquido limpido e chiaro, dopo aver fornito per qualche tempo con grande regolarità il gas acido cloridrico, giunto ad un certo segno s'intorbida istantaneamente per formazione di una congerie di cristalli, che sono di bisolfato di soda, NaO,SO^3+SO^3HO. Mentre questo sale si forma, lo sprigionamento del gas acido cloridrico si fa rapidissimo, per modo che la materia contenuta nel pallone si rigonfia, e di leggeri è spinta pel tubo abduttore nei recipienti condensatori. A quel punto si può scemando tosto il calore rallentare la reazione, ma spesso non si è in tempo a ciò fare, ed il pallone si rompe. Siffatto inconveniente proviene dalla formazione del bisolfato, il quale nel cristallizzare svolge una ragguardevole quantità di calore che accelera e precipita la decomposizione del cloruro.

Adoperando le proporzioni di sale e d'acido che abbiamo indicate, tale inconveniente non si presenta: una parte di sale marino rimane è vero indecomposta, ma questa è perdita di poco momento, la quale è compensata largamente dalla maggiore regolarità con cui procede la decomposizione e la produzione dell'acido cloridrico.

§. 274. — La soluzione d'acido cloridrico nell'acqua è più densa che l'acqua distillata. Quando essa è al massimo grado di concentrazione ha la densità di 1,208 secondo Thénard, e 1,21 secondo E. Davy. Se vi si aggiunga acqua, la sua densità diminuisce, finchè agli ultimi gradi di diluzione si confonde con quella dell'acqua distillata. V'ha pertanto una relazione tra la densità della soluzione e la sua ricchezza in acido cloridrico, per modo che quella può essere indizio di questa.

Il Dott. Ure ha data una tavola che noi qui riferiremo, nella

quale pigliando per punto di partenza un acido il quale abbia una densità di 1,20, e procedendo ad acidi di sempre minore concentrazione, trovansi i numeri che esprimono le loro densità, e le quantità d'acido cloridrico reale che essi contengono in 100 parti di essi (1).

Tavola *della densità di varii gradi di diluzione dell' acido cloridrico a 1,20, e delle corrispondenti quantità d'acido cloridrico gasoso che si contengono in 100 parti di liquido.*

Acido a 1,20 di densità in 100 p.	Peso specifico	Acido cloridrico gasoso in 100	Acido a 1,20 di densità in 100 p.	Peso specifico	Acido cloridrico gasoso in 100
100	1,2000	40,777	77	1,1557	31,398
99	1,1982	40,379	76	1,1537	30,990
98	1,1964	39,961	75	1,1515	30,582
97	1,1946	39,554	74	1,1494	30,174
96	1,1928	39,146	73	1,1473	29,767
95	1,1910	38,758	72	1,1452	29,359
94	1,1893	38,350	71	1,1431	28,951
93	1,1875	37,923	70	1,1410	28,544
92	1,1857	37,516	69	1,1389	28,136
91	1,1846	37,108	68	1,1369	27,728
90	1,1822	36,700	67	1,1349	27,321
89	1,1802	36,292	66	1,1328	26,913
88	1,1782	35,884	65	1,1308	26,505
87	1,1762	35,476	64	1,1287	26,098
86	1,1741	35,068	63	1,1267	25,690
85	1,1721	34,660	62	1,1247	25,282
84	1,1701	34,252	61	1,1226	24,874
83	1,1681	33,845	60	1,1206	24,466
82	1,1661	33,437	59	1,1185	24,058
81	1,1641	33,029	58	1,1164	23,650
80	1,1620	32,621	57	1,1143	23,242
79	1,1599	32,213	56	1,1123	22,834
78	1,1578	31,805	55	1,1102	22,426

(1) Forse questa tavola avrebbe bisogno di qualche correzione; noi tuttavia la diamo senza mutazione veruna, poichè a correggerla sarebbe mestieri procedere sperimentalmente, il che per ora non ci sarebbe possibile. Se d'altronde v'ha inesattezza, questa è certamente di pochissimo momento, specialmente nella pratica.

Acido a 1,20 di densità in 100 p.	Peso specifico	Acido cloridrico gasoso in 100	Acido a 1,20 di densità in 100 p.	Peso specifico	Acido cloridrico gasoso in 100
54	1,1082	22,019	27	1,0537	11,010
53	1,1061	21,611	26	1,0517	10,602
52	1,1041	21,203	25	1,0497	10,194
51	1,1020	20,796	24	1,0477	9,786
50	1,0000	20,388	23	1,0457	9,379
49	1,0980	19,980	22	1,0437	8,971
48	1,0960	19,572	21	1,0417	8,563
47	1,0939	19,165	20	1,0397	8,155
46	1,0919	18,757	19	1,0377	7,747
45	1,0899	18,349	18	1,0357	7,340
44	1,0879	17,941	17	1,0337	6,932
43	1,0859	17,534	16	1,0318	6,524
42	1,0838	17,126	15	1,0298	6,116
41	1,0818	16,718	14	1,0279	5,709
40	1,0798	16,310	13	1,0259	5,301
39	1,0778	15,902	12	1,0239	4,893
38	1,0758	15,494	11	1,0220	4,486
37	1,0738	15,087	10	1,0200	4,078
36	1,0718	14,679	9	1,0180	3,670
35	1,0697	14,271	8	1,0160	3,262
34	1,0677	13,863	7	1,0140	2,854
33	1,0657	13,456	6	1,0120	2,447
32	1,0637	13,049	5	1,0100	2,039
31	1,0617	12,641	4	1,0080	1,631
30	1,0597	12,233	3	1,0060	1,124
29	1,0577	11,825	2	1,0040	0,816
28	1,0557	11,418	1	1,0020	0,408

Crediam pure conveniente di porre quivi la tavola data da E. Davy, nella quale si trovano di fronte la densità dell'acido cloridrico e la sua ricchezza in acido cloridrico reale o gasoso, supponendo che siasi presa la densità dei varii gradi di concentrazione alla temperatura di +7,22.

Peso specifico	Acido cloridrico in 100	Peso specifico	Acido cloridrico in 100	Peso specifico	Acido cloridrico in 100
1,21	42,43	1,14	28,28	1,07	14,14
1,20	40,80	1,13	26,26	1,06	12,12
1,19	38,38	1,12	24,24	1,05	10,10
1,18	36,36	1,11	22,30	1,04	8,08
1,17	34,34	1,10	20,20	1,03	6,06
1,16	32,32	1,09	18,18	1,02	4,04
1,15	30,30	1,08	16,16	1,01	2,02

A determinare il grado di concentrazione dell'acido cloridrico ci serviamo altresì dell'areometro di Baumé pei liquidi più pesanti che l'acqua, che chiamasi pesa-acidi. La soluzione satura, e la cui densità è 1,21, segna all'areometro accennato gr. 26,5. A minori gradi di concentrazione l'areometro vi s'immerge maggiormente, e segna gradi sempre minori. Abbiamo in sul principio di questo volume (*v.* §. 119 pag. 190) posta una tavola, in cui sono raffrontati i varii gradi dell' areometro e le densità corrispondenti dei liquidi. Con quella tavola e con questa che abbiamo testè riferita, sarà facile il trovare la composizione di un acido cloridrico che segni un determinato grado all'areometro.

§. **275.** — L' acido cloridrico è un corpo dotato di particolari reazioni, delle quali giova qui fare una breve esposizione.

I corpi non metallici non soffrono alterazione veruna da questo corpo, e la ragione di ciò sta nella grande affinità che lega in esso i suoi due componenti, il cloro e l'idrogeno. Per l'incontro i corpi metallici in buon numero quando vengono a contatto dell'acido cloridrico, vuoi gasoso, vuoi sciolto nell'acqua, ne provano tosto una chimica alterazione, per la quale, scomposto l'acido, si combinano col cloro e si convertono in cloruri. Entro una campanella di vetro ricurva, piena di gas acido cloridrico gasoso e secco, si faccia passare un globetto di potassio, e quivi si scaldi con la fiamma di una lampada a spirito (*fig.* 210 *v.* pag. seg.). Il potassio perderà il suo aspetto metallico, e si convertirà in una massa bianca, solubile nell'acqua, capace di cristallizzare, che sarà cloruro di potassio; termi-

nata la decomposizione se si esamina il gas superstite, si riconoscerà che esso è puro gas idrogeno. Quest'esperimento dimostra analitica-

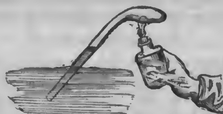


fig. 210

mente la composizione dell'acido cloridrico. Se inoltre si misuri esattamente il gas prima e dopo della decomposizione, si riconoscerà che pel fatto della sottrazione del cloro l'acido cloridrico si riduce alla metà del suo volume, o che in altri termini un volume di gas acido cloridrico rappresenta $^1/_2$ volume di gas idrogeno. Tenendo conto del peso di un volume determinato d'acido cloridrico, e sottraendo il peso del volume di gas idrogeno, che rimane superstite dopo la sua decomposizione, si trova che i due componenti di esso, cloro ed idrogeno, vi stanno combinati nella ragione di 443 del primo e 12,5 del secondo, e che nel combinarsi per formare acido cloridrico essi non soffrono condensazione. Onde conchiudiamo che

$$1 \text{ vol. d'acido cloridrico} = \begin{cases} ^1/_2 \text{ vol. di cloro} \\ ^1/_2 \text{ vol. d'idrogeno.} \end{cases}$$

La decomposizione dell'acido cloridrico si fa molto comodamente col mezzo del ferro. Si riempisca di torniatura di ferro un tubo di porcellana a cui sia congiunto da una parte un matracciuolo, da cui si sprigioni acido cloridrico gasoso, dall'altra un tubo abduttore il quale peschi in un catino pieno d'acqua. Si scaldi il tubo di porcellana a calore rosso, e tosto all'estremo libero del tubo abduttore si sprigionerà abbondante gas idrogeno; il ferro si troverà dopo l'esperimento convertito in tutto od in parte in cloruro. Siffatte decomposizioni, le quali ci svelano una grande tendenza del cloro a combinarsi coi metalli, si avverano altresì quando l'acido cloridrico sia sciolto nell'acqua. Si versi acido cloridrico sopra ferro in limatura o zinco in granaglia, e tosto si avrà forte sprigiona-

mento di gas idrogeno; il metallo si dileguerà entro il liquido, e vi si potrà rinvenire in combinazione col cloro, formante un cloruro solubile. La reazione si rappresenta per una semplice sottrazione di cloro dall'acido, e sua fissazione sopra il metallo.



$$M+HCl=MCl+H.$$

M, indica un metallo capace della succennata reazione.

1 equiv. di metallo decompone 1 equiv. d'acido cloridrico, e ne sprigiona 1 equiv. d'idrogeno, onde è che 350 di ferro, ovvero 406,6 di zinco decomporranno 455,5 d'acido cloridrico supposto senz'acqua, e ne porranno in libertà 12,5 d'idrogeno.

Rammenteremo che alcuni metalli resistono inalterati all'azione dell'acido cloridrico puro: tali sono, per cagion d'esempio, il platino, l'oro ecc.

Quando l'acido cloridrico s'imbatte in un ossido metallico, ha luogo tra esso e l'ossido uno scambio di componenti, perchè da una parte separandosi il cloro dall'idrogeno, dall'altra svincolandosi l'ossigeno dal metallo, questi quattro elementi a preponderanti affinità ottemperando, si ricongiungono in nuovi e diversi composti, ingenerando un cloruro metallico ed acqua. Tale è il caso che si presenta quando l'acido cloridrico venga ad incontrarsi nella potassa, o nella soda, o calce, o barita ecc.; ne risultano i cloruri di potassio, sodio, calcio, bario ecc.; la qual reazione si esprime con la generica formola



$$MO+HCl=MCl+HO.$$

Per questa via alcuni metalli che non sarebbero capaci di decomporre l'acido cloridrico, si convertono in cloruro: così se si ponga ossido d'argento in contatto con acido cloridrico si otterrà immediatamente cloruro d'argento.

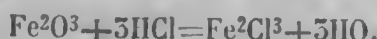
In queste reazioni degli ossidi coll'acido cloridrico, in questa conversione degli ossidi in cloruri v'ha evidentemente sostituzione del cloro all'ossigeno; ed essendo che un metallo può generare per lo più molti composti combinandosi con proporzioni diverse d'ossigeno, onde nascono diversi ossidi con numero diverso di equivalenti d'ossigeno, così questi diversi ossidi venendo a reagire con l'acido cloridrico, per lo più perdendo tutto il loro ossigeno, tanto di cloro si assimilano che corrisponda equivalente ad equivalente all'ossigeno perduto. Per tal guisa un ossido della forma MO si converte in MCl,

un ossido della forma M^2O^3 si converte in M^2Cl^3, ed un ossido della forma MO^2 si muta in MCl^2. Così se si tratta protossido di ferro con acido cloridrico, si ottiene protocloruro di ferro



$$FeO+HCl=FeCl+HO.$$

Il sesquiossido di ferro trattato con acido cloridrico genera sesquicloruro di ferro



$$Fe^2O^3+3HCl=Fe^2Cl^3+3HO.$$

Dall'ispezione delle quali formole si argomenta che per ogni eq. d'ossido tanti eq. d'acido cloridrico si debbono adoperare quanti sono gli equivalenti d'ossigeno che si contengono nell'ossido.

Egli accade tuttavia assai sovente che un ossido metallico contenente più d'un equivalente d'ossigeno, reagendo con acido cloridrico si converta in un cloruro corrispondente al protossido; nel qual caso una parte dell'acido cloridrico si decompone con sprigionamento di cloro. Così si ponga a contatto dell'acido cloridrico il composto chiamato ossido di piombo *pulce*, la cui composizione è indicata dalla formola PbO^2, si otterrà $PbCl$, ossia protocloruro di piombo. La formola di questa decomposizione è



$$PbO^2+2HCl=PbCl+2HO+Cl.$$

Per convertire adunque questo biossido in cloruro è d'uopo adoperare 2 eq. d'acido cloridrico, i quali sono ambidue decomposti dai 2 eq. d'ossigeno, e forniscono 2 eq. di cloro, dei quali uno si fissa sul metallo formandolo in protocloruro, l'altro si svolge. Egual reazione si osserva col biossido di manganese; se non che quivi in sul primo reagire dell'acido sull'ossido si forma bicloruro giusta questa formola



$$MnO^2+2HCl=MnCl^2+2HO.$$

Ma il bicloruro è instabile e tosto si decompone, specialmente sotto l'azione del calore, in cloro ed in protocloruro, onde il risultamento finale della citata reazione si esprime colla formola



$$MnO^2+2HCl=MnCl+2HO+Cl.$$

Questa formola ci rappresenta la reazione col cui mezzo ci siamo procurato il cloro (§. 260).

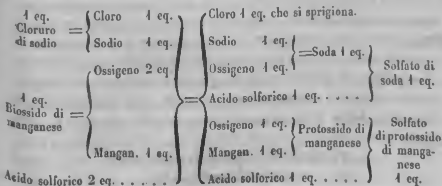
§. **276**. — Quanto abbiam detto intorno alla composizione del cloruro di sodio, e precedentemente del biossido di manganese, e dell'azione che sovr'esso esercita l'acido solforico, ci torna ora in

acconcio a dichiarare un metodo di preparazione del cloro che si segue talvolta nei laboratorii, e la cui intelligenza ora ci riuscirà facilissima.

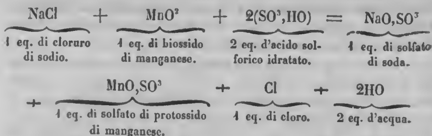
Quando si abbia a preparare gas cloro, e non si abbia in pronto acido cloridrico, si potrà fare un miscuglio di sale marino e di biossido di manganese, e sovr' esso si verserà acido solforico concentrato. Si otterrà immediatamente produzione di cloro, che si attiverà all'uopo col soccorso del calore.

L'operazione si eseguisce collo stesso apparecchio che abbiamo descritto esponendo la preparazione del cloro. Le proporzioni che per lo più si adoperano per quest' oggetto sono 1 eq. di biossido di manganese =544, 1 eq. di cloruro di sodio =730, e 2 eq. di acido solforico monoidratato =1225, a cui si aggiunge alquanta acqua, che rende più facile la reazione. Come si produca cloro da questo miscuglio è cosa facile a comprendersi, infatti da una parte l'acido solforico reagendo sovra il cloruro di sodio ne fa estricare acido cloridrico; d'altra parte quest'acido trovasi nell'atto del suo sprigionamento in contatto del biossido di manganese con cui esso deve reagire in guisa da produrre acqua, protocloruro di manganese, e cloro.

Si può tuttavia ammettere che la reazione proceda altrimenti. Infatti l'acido solforico reagendo sul biossido di manganese tende a convertirlo in protossido, facendone libera la metà dell'ossigeno. Quell'ossigeno che si svolgerebbe quando non fosse presente il cloruro di sodio, va a sostituirsi al cloro che questo sale contiene, e combinandosi col sodio forma soda, la quale si unisce coll'acido solforico producendo solfato di soda; così la reazione si rappresenterebbe col seguente quadro:



La formola sarebbe



$$\underbrace{NaCl}_{\text{1 eq. di cloruro di sodio.}} + \underbrace{MnO^2}_{\text{1 eq. di biossido di manganese.}} + \underbrace{2(SO^3,HO)}_{\text{2 eq. d'acido solforico idratato.}} = \underbrace{NaO,SO^3}_{\text{1 eq. di solfato di soda.}}$$

$$+ \underbrace{MnO,SO^3}_{\text{1 eq. di solfato di protossido di manganese.}} + \underbrace{Cl}_{\text{1 eq. di cloro.}} + \underbrace{2HO}_{\text{2 eq. d'acqua.}}$$

L'acqua rimane nel miscuglio in combinazione colla massa salina di solfato di soda e d'ossido di manganese.

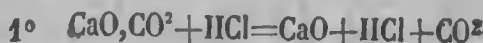
§. **277.** — Mentre cogli ossidi metallici l'acido cloridrico genera cloruri ed acqua, coi solfuri aventi la composizione corrispondente a quella dei protossidi esso genera cloruri ed acido solfidrico; così se si tratti monosolfuro di ferro con acido cloridrico si otterrà protocloruro di ferro, e svolgimento d'acido solfidrico giusta la formola



$$FeS + HCl = FeCl + HS.$$

Coi polisolfuri, o solfuri contenenti più equiv. di solfo, l'acido cloridrico generalmente reagisce sprigionando acido solfidrico ed isolando solfo.

§. **278.** — L'acido cloridrico, di cui abbiamo già accennata l'acidità, riconoscibile al sapore acido ed all'arrossamento della tintura di tornasole, si mostra dotato di proprietà acide quando s'incontra nei sali formati da acidi deboli combinati colle basi. Così se ad un carbonato si aggiunga acido cloridrico, si otterrà una pronta decomposizione e viva effervescenza per isvolgimento d'acido carbonico. L'acido cloridrico, discacciato l'acido carbonico, reagisce coll'ossido metallico e lo converte in cloruro. Così si abbia carbonato di calce o marmo ridotto in polvere, e sopra vi si versi acido cloridrico, si avrà effervescenza per isvolgimento d'acido carbonico, e formazione di cloruro di calcio. La qual reazione si può considerare siccome divisa in due tempi. Nel primo l'acido decompone il carbonato, nel secondo l'acido e l'ossido si decompongono a vicenda, onde nascono cloruro metallico ed acqua. Così nel caso contemplato del carbonato di calce abbiamo



$$1^\circ \quad CaO,CO^2 + HCl = CaO + HCl + CO^2$$



$$2^\circ \quad CaO + HCl = CaCl + HO.$$

La facilità colla quale l'acido cloridrico decompone i carbonati, rende facile l'impiego di questi per la preparazione dei cloruri; così i cloruri di magnesio, di bario ecc. si possono ottenere facilmente col mezzo dei carbonati di queste basi.

§. **279.** — Sul fatto testè accennato si fonda un metodo semplice e comodo con cui determinare quanto d'acido cloridrico reale si contenga in un acido cloridrico di concentrazione sconosciuta.

Il carbonato di calce o marmo è composto per tal maniera che 350 di calce vi sono combinati con 275 d'acido carbonico. L'acido cloridrico è, come dicemmo, formato da cloro 443 ed idrogeno 12,5, onde deriva che 455,5 d'acido cloridrico decompongono esattamente 625 di carbonato di calce. Quando pertanto si sappia quanto di carbonato di calce siasi disciolto da un peso determinato di una soluzione d'acido cloridrico, sarà facile argomentarne la quantità d'acido cloridrico reale che si conteneva nella soluzione impiegata, col mezzo d'una proporzione geometrica

$$625 : 455{,}5 :: P : x$$

nella quale 625 è l'equiv. del carbonato di calce, 455,5 è l'equiv. dell'acido cloridrico; P è la quantità di carbonato di calce disciolta, ed x è l'incognita ossia la quantità d'acido cloridrico reale contenuta nel peso determinato di acido cloridrico su cui si sperimentò.

Per eseguire questo saggio si pesa esattamente una quantità d'acido cloridrico, qualunque sia la sua concentrazione, s'introduce in un recipiente di vetro, e vi si allunga con 2 o 3 volte il suo peso d'acqua pura: entro di esso acido s'immerge un cubo di marmo bianco esattamente pesato esso pure, e vi si lascia fintanto che, pur continuando il contatto coll'acido, non se ne sprigioni più veruna bolla gasosa. A questo segno si toglie il cubo di marmo, si lava con acqua, quindi si asciuga e si pesa; la diminuzione di peso che esso avrà provato indicherà la quantità di carbonato di calce sciolta, e per via di proporzione la quantità d'acido cloridrico che si conteneva nel peso d'acido cloridrico su cui si operò. Perchè questo modo di sperimentare fornisca indicazioni conformi al vero, è necessario 1° che il carbonato di calce abbia una bastevole coesione perchè la sua massa non si sfasci malgrado un'immersione continuata per un certo tempo in un liquido acido. 2° Che esso sia di carbonato di calce puro, e non contenga corpi stranieri o capaci di saturare l'acido cloridrico, o che nel

disciogliersi del carbonato di calce si distacchino dalla massa. 3° Finalmente che l'acido cloridrico non contenga veruna sostanza acida estranea, come ad esempio acido solforico libero, perciocchè in questo caso non si potrebbe più stabilire una relazione di equiv. tra l'acido disciogliente ed il carbonato disciolto.

Poniamo qui per uso di chi volesse eseguir questo saggio una tavola, in cui si trovano raffrontate le quantità di carbonato di calce disciolte, e le quantità d' acido cloridrico reale che ad esse corrispondono.

Marmo disciolto.	Acido cloridrico.
50,0	36,44
49,0	35,71
48,0	34,98
47,0	34,25
46,0	33,52
45,0	32,80
44,0	32,07
43,0	31,34
42,0	30,61
41,0	29,88
40,0	29,15
39,0	28,42
38,0	27,69
37,0	26,96
36,0	26,23
35,0	25,51
34,0	24,78
33,0	24,05
32,0	23,32
31,0	22,59
30,0	21,86
29,0	21,13
28,0	20,41
27,0	19,68
26,0	18,95
25,0	18,22
24,0	17,49

Marmo disciolto.	Acido cloridrico
23,0	16,76
22,0	16,03
21,0	15,30
20,0	14,58
19,0	13,85
18,0	13,12
17,0	12,99
16,0	11,66
15,0	10,93
14,0	10,20
13,0	9,47
12,0	8,74
11,0	8,02
10,0	7,29
9,0	6,56
8,0	5,83
7,0	5,10
6,0	4,37
5,0	3,64
4,0	2,91
3,0	2,19
2,0	1,46
1,0	0,73

§. **280**. — L'azione che esercita l'acido cloridrico sui composti salini ci spiega come, quando una goccia di esso cada su d'una tavola di marmo, vi cagioni immediatamente un incavo o ne alteri almeno la pulitura, per quanto breve sia la durata del contatto: se si osserva il punto su cui giace la goccia d'acido cloridrico, vi si vede un'assai viva effervescenza dovuta allo sprigionamento dell'acido carbonico. Allorquando su d'una stoffa tinta di nero o d'altro colore, che sia a base d'ossido di ferro, si versi una goccia d'acido cloridrico alquanto concentrato, o tosto, o dopo qualche tempo, essa vi produce una macchia, la quale per lo più è rossigna: a togliere questa macchia basta alquanta ammoniaca, la quale satura l'acido cloridrico, e riconduce perciò il ferro alla primitiva sua combinazione. Alla proprietà medesima di decomporre buon numero di composti salini, ed

impadronirsi delle loso basi debbesi l'impiego dell' acido cloridrico nel nettare le caldaie a vapore per toglierne la crosta che vi si forma dalle acque ricche di carbonato di calce; l'uso che si fa del medesimo acido nello sgombramento dei condotti che portano acque formanti incrostazioni di carbonato di calce ecc.

Fra i sali che l'acido cloridrico è capace di decomporre, annoveriamo il fosfato di calce. Se prendansi pertanto delle ossa fresche, e s'immergano nell'acido cloridrico, e vi si lascino per qualche tempo in macerazione, le si vedranno perdere interamente la loro durezza e la loro opacità, farsi molli, trasparenti, flessibili, siccome fossero membrane. Le ossa sottoposte all'azione dell'acido cloridrico vi perdono tutta la sostanza terrosa che li fa duri ed opachi, il fosfato cioè di calce che essenzialmente li costituisce. Se nell'acido con cui si trattarono le ossa si versa alquanta ammoniaca che saturi l' acido cloridrico, si vedrà generarvisi un abbondante precipitato, che sarà di fosfato di calce ripristinato. Questa reazione ci spiegherà a suo tempo l'uso dell'acido cloridrico nella fabbricazione della colla; frattanto osserveremo che si alterano e si guastano i denti degli operai i quali lavorano nelle officine chimiche, nelle quali si spandono abbondanti vapori di quest'acido, il qual danno non è certamente il meno grave tra quelli ai quali può ovviare un buon sistema di rinnovamento d'aria.

§. **281**. — Tra i sali metallici dobbiamo annoverare quelli d'argento, i quali quando vengano a reazione coll'acido cloridrico, generano un prodotto caratteristico, il cloruro d'argento, il quale per le sue proprietà facilmente si riconosce, e colla sua produzione diventa indizio della presenza dell'acido cloridrico. Si versi entro un liquido contenente acido cloridrico qualche poco di soluzione di nitrato, o d'acetato, o di solfato, o d'altro sale solubile a base d'ossido d'argento, e tosto si avrà un precipitato bianco di cloruro d'argento. Ecco i caratteri di questo composto: esso è bianco al momento della sua produzione, coll'agitazione del liquido si rappiglia in grumi quasi come il latte quagliato di recente; esposto alla luce si annerisce; è insolubile affatto nell'acqua e negli acidi; è per l'incontro solubilissimo nell'ammoniaca. I sali d'argento sono adunque reagenti dell'acido cloridrico, e vedremo che essi sono pure reagenti del cloro combinato coi metalli nei cloruri solubili.

§. **282**. — L'acido cloridrico opera sulle sostanze organiche in modo

assai diverso, secondo il vario suo grado di concentrazione. Gasoso o sciolto nell'acqua, ma ad alto grado di saturazione, esso altera le sostanze accennate, talvolta le annerisce, talaltra le ingiallisce, ma sempre ne scema la coesione. I fiaschi contenenti acido cloridrico concentrato fumante non debbono venir chiusi con turacciolo di sovero, poichè questo si spappola in breve tempo colorandosi in giallo, e si riduce in frantumi, i quali cadendo nell'acido lo rendono impuro, e col tempo lo anneriscono.

Le sostanze basiche d'origine organica, quali gli alcaloidi, la chinina, la cinconina, si combinano con quest'acido generando cloridrati.

Sui tessuti organici viventi l'acido cloridrico esercita un'influenza perniciosa: così l'acido gasoso irrita la pelle e finisce per ulcerarla; introdotto nelle vie digerenti l'acido liquido irrita e corrode la loro interna membrana, e cagiona avvelenamento. Questo preparato chimico vuole adunque essere, come gli altri acidi minerali, custodito gelosamente.

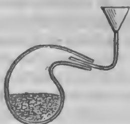
Finalmente l'acido cloridrico è nemico della vegetazione, e quando si spande in copia e continuatamente nell'atmosfera, isterilisce le circostanti campagne, distruggendovi non solo le piante arboree, ma perfino le erbe più umili. Quelle officine pertanto, dalle quali si svolge in copia il vapore di quest'acido, debbono essere collocate in tali regioni, nelle quali il terreno sia già per sua natura infecondo, talchè l'agricoltura non venga a provarne verun danno. Giova altresì che i vapori di acido cloridrico si conducano per mezzo d'un alto cammino nelle regioni elevate dell'atmosfera, perchè i venti li disperdano, per modo che diluiti in immensa copia d'aria perdano la loro nociva influenza.

§. 283. **Fabbricazione dell'acido cloridrico.** — L'acido cloridrico è un prodotto di cui grande è la consumazione nelle arti; quindi nelle fabbriche di prodotti chimici quest'acido si prepara in proporzioni ragguardevoli. Gioverà pertanto che qui si descrivano gli apparecchi che servono a tal uso.

I metodi di fabbricazione dell'acido cloridrico variano secondo le circostanze speciali di ciascun paese; essi si possono ridurre al presente a tre, che sono: 1° la fabbricazione in vasi di vetro; 2° la fabbricazione in cilindri; 3° la fabbricazione nei forni. Quest'ultima non verrà per ora descritta da noi; essa si collega strettamente con la fabbricazione del carbonato di soda artificiale, e perciò ne parleremo quando tratteremo di quest' importantissima industria.

§. 284. **Fabbricazione in vasi di vetro.** — Questo procedimento non può essere seguito con vantaggio che in quei paesi nei quali è possibile procacciarsi utensili di vetro a prezzo moderato: gli apparecchi si compongono di storte grandi nelle quali si decompone il sale marino, e di palloni nei quali il vapore di quest'acido si discioglie e si condensa nell'acqua.

Le storte sono di grandi dimensioni, e coperte di luto d'argilla nella loro parte che deve essere esposta all'azione del fuoco. S'introduce in esse una quantità di sale marino proporzionata alla loro capacità, quindi tenendole in posizione tale che il loro collo sia orizzontale, e col mezzo di un imbuto ricurvo, vi si versa entro l'acido solforico monoidratato (*figura* 211). Le proporzioni sono di 1 eq. di sale =730 ed 1 eq. d'acido solforico monoidratato =612,5.


fig. 211

Si collocano le storte entro un forno in cui esse possono scaldarsi convenientemente: al collo di ciascuna di esse si unisce un pallone in cui si pone acqua in quantità sufficiente per condensare l'acido che si estrica. La quantità d'acqua per 730 di sale marino è di 675.

All'acido concentrato si sostituisce spesso l'acido solforico a 50° quale si ricava dalle camere di piombo: in tal caso una parte d'acido cloridrico distilla combinato coll'acqua dell'acido solforico.

Al termine della distillazione trovasi nelle storte un misto di bisolfato di soda e di clorure di sodio non decomposto: questo residuo serve alla preparazione della soda artificiale.

Una disposizione particolare proposta dal sig. Payen per la condensazione dell'acido cloridrico, merita di essere qui menzionata. Essa è rappresentata dalle *figure* 212 e 213.

Sui due lati di un forno a galera si dispongono 4 o 6 od 8 od anche 10 storte *c c* di vetro lutate, nelle quali si contiene il miscuglio di sale marino e d'acido cloridrico: la fiamma del combustibile, che si brucia sul focolare A, involge queste percorrendo il forno, e quindi si porta al cammino che è stabilito all'estremo opposto al focolare, passando per le aperture B, B'. Al collo di ciascuna storta si unisce col mezzo di una lutatura un pallone D tubulato, la cui tubulatura si rivolge in giù, e si unisce ad uno dei due colli

di una prima bottiglia di grès E, la quale si connette col mezzo di un tubo esso pure di grès con una seconda bottiglia E', e questa con una terza. Nella prima bottiglia non si pone acqua; essa

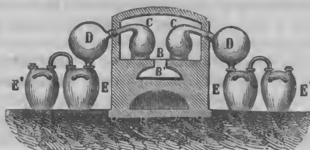


fig. 212

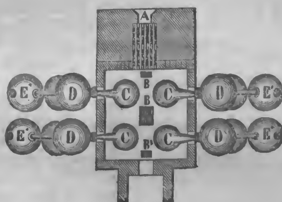


fig. 213

è destinata a raccogliere i prodotti che distillano dalla storta, cioè alquanto acido cloridrico impuro, che contiene inoltre le materie meccanicamente trasportate dalla corrente del gas cloridrico. Nella seconda e nella terza bottiglia s'introduce acqua destinata a ricevere l'acido cloridrico gasoso ed a sciogerlo; il prodotto di queste bottiglie sarebbe acido cloridrico di conveniente purezza. Alle bottiglie rappresentate dalla figura se ne possono far seguire altre nelle quali si porrebbe pure dell'acqua che arresterebbe le ultime tracce dei vapori d'acido cloridrico, le quali altrimenti si disperderebbero nell'atmosfera. Non è a dirsi che le storte debbono essere di buona qualità e di vetro che resista all'azione degli acidi senza alterarsi; le storte che servirono ad un'operazione vanno per-

dute, ed è d'uopo rinnovarle, perciocchè non se ne può estrarre senza romperle il residuo salino che esse contengono.

§. **285. Preparazione dell'acido cloridrico nei cilindri.** — Per lo più nelle fabbriche di prodotti chimici preparasi l'acido cloridrico decomponendo il sale marino entro cilindri di ferro simili a quelli che abbiamo già descritti parlando della fabbricazione dell'acido nitrico, e condensando il prodotto entro una serie di bottiglie di grès comunicanti tra loro (*figg.* 214,e 215). I cilindri AA sono disposti orizzontalmente per paia entro forni appositamente costrutti sopra d'un focolare B. Uno stesso forno porta ordinariamente più paia di cilindri, e talora fino a 20 o 25 paia. La costruzione di questi forni è tale che la fiamma, dopo aver riscaldata la parte inferiore dei cilindri, ed averli avviluppati in tutto il loro àmbito, si rivolge in basso, e si fa strada per un canale *ef* per portarsi in una canna orizzontale *g*

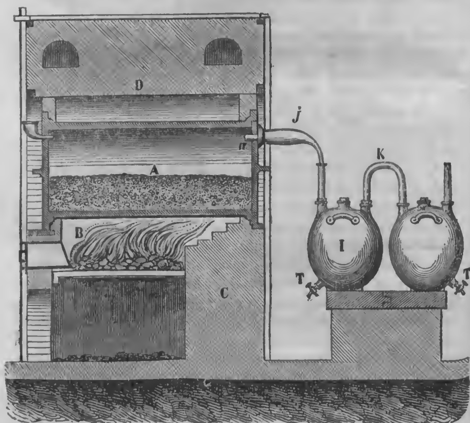


Fig. 214

che è un condotto comune pel fumo di tutti i focolari, e che nell'uscire dal forno prende una via sotterranea, e va ad aprirsi in un alto cammino collocato in luogo conveniente dell'officina. I cilindri sono muniti ai loro due estremi di fondi mobili (*fig.* 217), uno anteriore corrispondente ai vasi condensatori, l'altro posteriore. Ciascuno d'essi ha una presa PP, col cui mezzo si può afferrare e togliere o riporre in sito. Alla parte superiore del fondo anteriore (*fig.* 214 e 217) v'ha un'apertura circolare assai ampia a cui si adatta un tubo di grès *a* che si unisce col suo estremo esterno ad un'allunga essa pure di grès *j*, la quale piegandosi in giù si congiunge con uno dei colli della prima bottiglia dell'apparecchio condensatore. L'unione del tubo *a* coll'apertura del

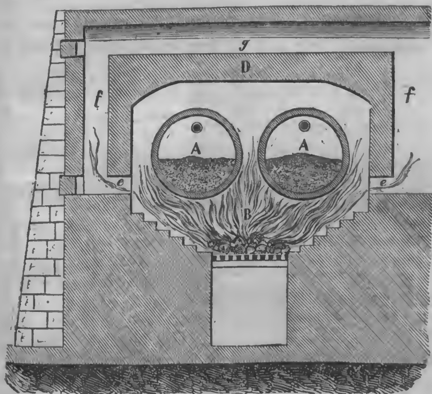


fig. 215

fondo e coll'allunga si consolida e si rende impermeabile col mezzo di un luto d'argilla, che talvolta si copre ancora di gesso (*fig.* 218). Il fondo posteriore ha esso pure un'apertura nella sua parte superiore R (*fig.* 217), la quale durante la decomposizione del sale marino

si tiene chiusa col mezzo di un tappo di terra cotta e con una lutatura d'argilla. I vasi condensatori I I L L sono ampie bottiglie di grès a due

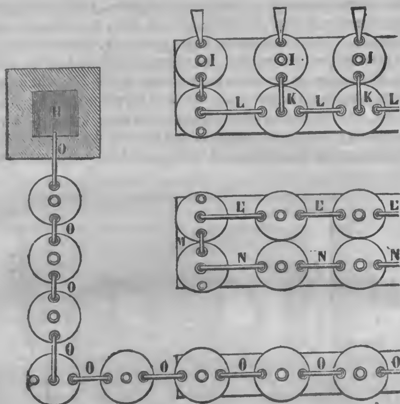


fig. 216

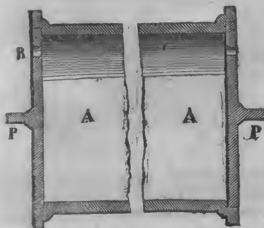


fig. 217

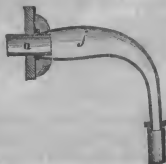


fig. 218

o tre colli, comunicanti coi cilindri dai quali ricevono l'acido cloridrico, e comunicanti pure tra di loro per via di tubi di grès K che si uniscono con una lutatura alle tubulature (*fig.* 214 e 216). Ogni bottiglia è munita al suo fondo di una chiave essa pure di grès T (*fig.* 214), col cui mezzo si può estrarre il liquido che esse contengono. La disposizione che si dà ai vasi condensatori ed il numero di questi hanno per iscopo la compiuta soluzione dell'acido cloridrico. Le prime bottiglie ricevono direttamente i prodotti della distillazione e si lasciano vuote: nelle seguenti si pone una quantità d'acqua che le riempisca fino a metà incirca della loro capacità, e destinata a sciogliere il vapore d'acido cloridrico. La *fig.* 216 indica chiaramente che le bottiglie della seconda serie, oltre al comunicare con quelle della prima col mezzo dei tubi KK, comunicano tra di loro mediante i tubi L L, che tra di loro comunicano eziandio, per via dei tubi L' L', N N ed OO, tutte le bottiglie che si seguono in una terza, quarta e quinta serie, la quale si termina con un tubo che si apre entro il medesimo cammino H, a cui pervengono i prodotti della combustione dei forni nei quali si scaldano i cilindri.

Collocato in sito il fondo anteriore, se ne luta la commessura colla circonferenza del cilindro col mezzo di una pasta d'argilla, e posta l'allunga in sito si unisce coi vasi condensatori. Per l'apertura posteriore s'introduce nel cilindro la carica di sale marino che vi si deve decomporre, poi si appone il fondo posteriore che egualmente si luta. Per l'apertura R di questo fondo, e col mezzo di un imbuto di grès (*fig.* 214) si versa sovra il sale la quantità opportuna d'acido solforico a 64 o 65 A; estratto l'imbuto si chiude l'apertura col suo turacciolo di terra, che si copre pure di luto.

I cilindri hanno m. 1,66 di lunghezza e 0,66 di diametro. Ogni carica è di 160 chil. di sale marino e di 128 chil. d'acido solforico: non appena questo si trova in contatto col sale, la reazione prende cominciamento, e procede di per sè per qualche tempo; con un dolce fuoco di legno o di torba si continua a promuoverla fino al suo termine, il quale è segnato dal raffreddamento dell'allunga. L'acido cloridrico che si svolge dai cilindri passando nelle prime bottiglie vi abbandona quanto vi si può condensare per raffreddamento, o vi è meccanicamente trasportato, poi passando nelle bottiglie susseguenti vi si scioglie e fornisce l'acido cloridrico del commercio. Ordinariamente da ciascun cilindro si ricavano da 200 a 208 ch. d'acido clori-

drico che segna da 21 a 22 gradi all'areometro. Questo si estrae dalle bottiglie col mezzo della chiave T, di cui ciascuna d'esse è munita; è necessario pertanto esplorare di quando in quando il grado di concentrazione del liquido in esse contenuto, affine di conoscere se giovi estrarlo, o se meglio convenga lasciarvelo ancora ad ulteriore saturazione. L'acqua che si contiene nelle ultime bottiglie ha, dopo un certo tempo, acquistata una discreta acidità; è d'uopo portarla nelle bottiglie della seconda serie, dopo estratto l'acido che queste contenevano, perchè si converta in acido commerciale.

L'acido cloridrico si raccoglie e si serba per la vendita entro grandi bottiglie di grès o di vetro capaci di 55 o 60 litri caduna, le quali tuttavia non si riempiscono interamente di liquido; vi si lascia vuoto uno spazio di un litro incirca, perchè non accada rottura per l'espansione che il gas acido cloridrico sciolto nel liquido può prendere nelle possibili elevazioni di temperatura, alle quali esso può andar soggetto. Si chiudono le bottiglie con un turacciolo di terra cotta, il quale si luta con argilla, e si fissa con una tela grossolana che l'involge e viene a legarsi intorno all'orlo della bottiglia col mezzo di una funicella.

Terminata la decomposizione d'una carica d'un cilindro, si toglie il fondo posteriore, e si procede all'estrazione della massa salina, il che si fa con una spranga di ferro che s'introduce tra le pareti del cilindro e la massa medesima, la quale si smuove con un movimento di leva, e rotta in due o tre pezzi si estrae. Caldo ancora essendo il cilindro, si rinnova la carica di sale marino e d'acido solforico per una nuova operazione, la quale ora procede spontanea e più rapida che la precedente, e richiede che il fuoco non si cominci che tardi e si conduca con prudente moderazione.

Come nella fabbricazione dell'acido nitrico, così in quello dell'acido cloridrico i cilindri di ferro si guastano e si corrodono, sicchè dopo un certo tempo trovansi fuori d'uso. La corrosione qui pure si manifesta specialmente in quella parte dei cilindri che non è coperta dal misto reagente, cioè nella metà loro superiore, e particolarmente al limite a cui giunge il misto di sale marino e d'acido solforico; onde l'uso dei fabbricanti di rivolgerli dopo un certo numero di operazioni, facendo fare ad essi una metà od un quarto di rivoluzione intorno al loro asse. Con tal precauzione si prolunga la durata dei cilindri di ferro, i quali tuttavia finiscono per essere resi inabili al servire. Abbiamo

accennato parlando della fabbricazione dell'acido nitrico i cilindri formati di due semicanali, dei quali il superiore, più esposto alla corrosione, si copre internamente di uno strato di argilla, che lo protegge contro l'azione distruggitrice dei vapori acidi. Nelle fabbriche d'Inghilterra si usano presentemente cilindri di grandi dimensioni, dei quali ciascuno ha un focolare suo proprio, e fatti d'un sol getto, i quali portano nel loro interno e su tre linee parallele al loro asse tre creste *a a* sufficientemente rilevate perchè sovr'esse si possa appoggiare un intonaco fatto con mattoni di terra cotta disposti a guisa di volta e cementati insieme con argilla, e formante un riparo a quella parte del cilindro che esposta ai vapori acidi facilmente verrebbe corrosa (*fig.* 219 e 220). Per tal guisa solo il terzo inferiore del cilindro,

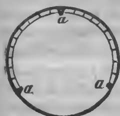


fig. 219

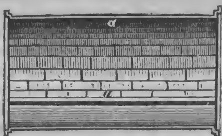


fig. 220

quello cioè che è a contatto del misto di sale marino ed acido solforico, è la sola loro parte che possa venir guasta, ma lo è lentamente, e quando si possa temere che più non valga a resistere ad ulteriore servizio, è facile il distruggere una parte dell' intonaco della parte superiore del cilindro, e con un terzo di rivoluzione intorno al suo asse portare inferiormente la parte scoperta, e coprire quindi dello stesso intonaco di mattoni quella parte del medesimo cilindro che diventa la superiore. Con tali accorgimenti la durata dei cilindri si fa assai maggiore che nol sarebbe altrimenti (1).

(1) Accenniamo qui ad un fatto che ci sembra importante a conoscersi dai fabbricanti, e che fa più evidente l'utilità dell'intonaco argilloso che difende la superficie interna dei cilindri dall'azione dell'acido cloridrico. Nella preparazione dell'acido cloridrico in cilindri non lutati internamente, e quando la temperatura a cui le pareti di questi si sottopongono è assai elevata, si forma abbondante cloruro di ferro, e si svolge una proporzionata quantità di idrogeno, il quale riempie le bottiglie nelle quali si fa la condensazione. Se nelle bottiglie medesime o si con-

§. 286. — L'acido cloridrico preparato nei cilindri quale si trova in commercio non è puro, esso contiene per lo più le seguenti sostanze:

1° Acido solforico
2° Solfato di soda
3° Cloruro di ferro
4° Cloro libero
5° Acido solforoso.

L'origine dell'acido solforico sta nel volatilizzarsi una parte di quest'acido durante lo sprigionamento dell'acido cloridrico; il solfato di soda proviene da troppo rapida reazione, onde una parte della massa salina è meccanicamente lanciata insieme col gas acido cloridrico nei vasi condensatori. La reazione dell'acido cloridrico sopra il ferro dei cilindri e dei loro fondi, che non sono protetti da verun intonaco d'argilla, spiega la formazione del cloruro di ferro, che insieme coll'acido cloridrico si condensa. La presenza dei tre corpi accennati si verifica nell'acido cloridrico specialmente quando si trascura, siccome ancora si fa da parecchi fabbricanti, di lasciar vuote d'acqua le bottiglie condensatrici della prima serie, quelle cioè che immediatamente ricevono i prodotti volatili dei cilindri. Se si osserva questa precauzione, l'acido solforico, facile a condensarsi, ed il cloruro di ferro con esso, ed il solfato di soda si arrestano nelle bottiglie suddette, talchè piccola o nulla riesce la proporzione di questi corpi che va a rendere impuro il prodotto che si raccoglie nelle susseguenti bottiglie. Il cloro ha origine essenzialmente dalla presenza dell'acido nitrico o d'altri composti ossigenati dell'azoto nell'acido solforico impiegato a decomporre il sale marino: i quali composti cedono il loro ossigeno all'idrogeno dell'acido cloridrico, onde risulta cloro libero. L'acido solforoso ha origine specialmente dalla presenza di materie organiche, le quali per lo più si trovano in mescolanza col sale marino. Tali sostanze provengono dall'acqua stessa del mare, da cui si ricava il cloruro di sodio, o si mescolano a questo sale mentre si raccoglie, o nei ma-

tiene o si introduce aria, vi si forma un miscuglio detuonante, a cui è facile si apprenda fuoco specialmente di notte tempo quando l'operajo che dirige la fabbricazione attende all'estrazione dell'acido od a sostituirgli nuova acqua nelle bottiglie. Quindi le esplosioni che si presentarono degli apparecchi ad acido cloridrico, con grave danno degli operatori.

gazzeni ecc. La reazione delle sostanze organiche sull'acido solforico genera sempre acido solforoso per deossidazione operata specialmente dal carbonio (1).

L'acido solforoso proviene puranche dall'azione che esercita a caldo l'acido solforico sul ferraccio dei cilindri, il quale si ossida a spese dell'ossigeno che esso contiene, e lo converte in acido solforoso.

S'incontra talvolta nell'acido cloridrico l'arsenico allo stato di cloruro. La sua origine si deve ripetere dalla presenza dell'acido arsenioso nell'acido solforico, il che, siccome dicemmo a suo luogo (§. 227), proviene dall'impiego di solfo o piriti arsenicali nella fabbricazione di questo acido (2). Accenneremo finalmente tra le materie estranee che rendono impuro l'acido cloridrico preparato in grande, i sali naturalmente contenuti nell'acqua che s'impiega per la sua condensazione, e spesso frantumi di sovero e paglia ed altri corpi organici, i quali

(1) In alcuni paesi i fabbricanti di prodotti chimici hanno dal Governo il privilegio di ricevere dall'Amministrazione delle Gabelle il sale a tenue prezzo, con l'esenzione cioè dal diritto che generalmente pesa su questo prodotto quando si destina alla consumazione ordinaria per gli usi domestici. Usasi allora di mescolare al sale fornito alle officine una sostanza la quale lo renda inetto a qualunque uso pel quale il fabbricante possa farne oggetto di speculazione rivendendolo a' consumatori. La sostanza che serve a tal uopo è spesso il bitume del gas, col quale si impasta in un ampio truogolo di legno il sale marino. Questo così imbrattato di materie ricche di carbonio e di idrogeno si decompone nei cilindri col mezzo dell'acido solforico nel modo che abbiamo descritto: è naturale che per tal guisa si ottenga un acido cloridrico straboccbevolmente ricco d'acido solforoso. Oltreacciò le materie oleose volatili che si contengono nel bitume si volatilizzano insieme coll'acido cloridrico e gli comunicano un colore giallo bruniccio ed un'odore speciale. L'impedire che i fabbricanti di prodotti chimici usufruiscano del privilegio loro accordato per altro scopo che per la fabbricazione dell'acido cloridrico è cosa giusta, ma insieme sarebbe opportuno abbandonare il suddescritto modo di guarentigia, il quale rende impossibile l'ottenimento di un prodotto commerciale di buona qualità: giova meglio seguire la pratica di mescolare col sale marino una sufficiente quantità d'acido solforico perchè ne venga bagnato in tutta la sua massa. Nessun fabbricante vorrà procedere a purificare il sale marino così imbrattato per ridurlo a tale da potersi vendere ai consumatori per usi domestici; e frattanto nissun'inconveniente si arreca per tal guisa colla fabbricazione dell'acido cloridrico, purchè si tenga conto della quantità d'acido solforico che si mescolò al sale marino, per diminuire in proporzione la quantità di questo acido che si deve aggiungere al sale nei cilindri per decomporlo.

(2) Se il sale marino contiene, come spesso accade, joduri e bromuri metallici, si possono trovare il iodio ed il bromo nell'acido cloridrico con esso preparato.

inavvertentemente si lasciano cadere nei fiaschi nei quali esso acido si conserva e si trasporta.

Gioverà accennare in qual modo si possano riconoscere le principali tra le accennate sostanze straniere nell'acido cloridrico.

La presenza del solfato di soda si riconosce prendendo alquanto acido ed evaporandolo in una cassola di porcellana. Si ottiene un residuo, il quale sciolto nell'acqua cristallizza facilmente, fornisce cristalli che si sfioriscono all'aria, hanno un gusto salso amarognolo, e sciolti nell'acqua precipitano abbondantemente le soluzioni dei sali di barita, dando un precipitato di solfato di barita.

L'acido solforico libero si riconosce 1° alla proprietà dell'acido cloridrico di precipitare le soluzioni di barita; 2° prendendo una porzione dell'acido sospetto ed evaporandola lentamente. Se il liquido contiene acido solforico libero, si ottiene in sul finire dell'evaporazione un residuo, il quale annerisce prontamente lo zucchero. Sotto l'influenza del calore e scaldato fortemente somministra vapori bianchi e pesanti, quali sono quelli dell'acido solforico monoidratato.

Il cloruro di ferro si riconosce al colore giallo bruniccio dell'acido, al suo intorbidarsi quando gli si aggiunga tanto d'ammoniaca libera da saturarlo compiutamente, e dare al liquido una decisa alcalinità. Di più se si evapora l'acido a lento calore, ed al residuo allungato con acqua si aggiunga qualche goccia di soluzione di prussiato di potassa (cianoferruro di potassio), si avrà immediatamente formazione di un precipitato azzurro intenso di azzurro di Berlino.

Si riconosce il cloro libero nell'acido cloridrico al suo odore clorato ed al suo colore giallognolo (quando non vi esista contemporaneamente cloruro di ferro). L'acido cloridrico d'altronde, il quale se è puro non discioglie l'oro, si fa capace di discioglierlo quando contenga anche piccola quantità di cloro libero. L'esperimento si fa agitando nell'acido cloridrico una fogliolina d'oro battuto, quale è quello dei battilori. L'acido cloridrico contenente cloro decolora la soluzione d'indaco e decompone l'acido solfidrico, sicchè quando gli si aggiunga un poco d'acqua idrosolforata s'intorbida tosto per solfo che si precipita.

L'acido solforoso sciolto nell'acido cloridrico si riconosce all'odore speciale che esso tramanda, ed alle reazioni caratteristiche dell'acido solforoso. Si prenda una sufficiente quantità d'acido cloridrico contenente acido solforoso, e postolo in un palloncino di vetro vi s'aggiunga

tanto di carbonato di calce che basti per saturarlo. Al collo del palloncino si unisca col mezzo d'un turacciolo di sovero un tubo ricurvo il quale venga ad immergersi entro un cilindro contenente acqua distillata, colorata coll'addizione di acido cromico o cromato di potassa. L'acido carbonico che si svolgerà dal carbonato di calce, trascinerà con sè l'acido solforoso, il quale reagendo sull'acido cromico lo ridurrà in ossido di cromo ed in solfato d'ossido di cromo verde. La colorazione in verde succedente al colore rosso dell'acido cromico sarà adunque l'indizio della presenza dell'acido solforoso nell'acido cloridrico. Sostituendo alla soluzione d'acido cromico una soluzione di permanganato di potassa, si otterrà per opera dell'acido solforoso la decolorazione della soluzione. L'acido cloridrico inoltre che contiene acido solforoso, se si mesce con alquanto acido nitrico e con esso si scalda dolcemente, fornisce coll'addizione di cloruro di bario o nitrato di barita un precipitato di solfato di barita.

Finalmente accenneremo ad una reazione particolare dell'acido cloridrico contenente acido solforoso, quella per cui quando in esso s'immerge una lastra ben pulita di rame, prontamente l'annerisce e la cuopre d'uno strato di solfuro di rame. Evidentemente ha qui luogo una decomposizione di una parte dell'acido cloridrico, il quale cede cloro al rame e lo converte in cloruro, mentre il suo idrogeno si combina coll'ossigeno dell'acido solforoso, e forma acqua, e determina il solfo a precipitarsi sul rame ed a solforarlo. Per un'analoga ragione il protocloruro di stagno fornisce un precipitato di solfuro di stagno quando gli si aggiunga acido cloridrico che contenga acido solforoso.

L'acido cloridrico che contiene arsenico può facilmente riconoscersi per caratteri che per ora non faremo che accennare. L'acido solfidrico vi produce un precipitato giallo di solfuro d'arsenico. Una gocciola di mercurio che si ponga entro siffatto acido si copre immediatamente di una crosta bruna; se poi nell'acido stesso s'immerga granaglia di zinco; se ne sprigionerà idrogeno che brucierà con una fiamma gialla verdastra, ed in cui si potrà riconoscere la presenza dell'arsenico a caratteri che verranno descritti a tempo opportuno.

§. 287. — L'acido cloridrico del commercio più o meno impuro per la presenza di alcuni o di tutti gli accennati materiali stranieri può servire a molti usi; in alcune circostanze tuttavia esso non po-

trebbe convenientemente impiegarsi; giova pertanto conoscere in qual modo da quest'acido si possa ricavare acido cloridrico puro.

Supponiamo che l'acido impuro contenga acido solforico ed acido solforoso, cloruro di ferro ed altri materiali salini fissi; si prenderà una certa quantità di quest'acido, e vi si farà passare entro qualche bollicina di gas cloro, il quale distruggerà l'acido solforoso e lo convertirà in acido solforico. Poscia nel medesimo acido si verserà soluzione di cloruro di bario che precipiterà l'acido solforico in solfato di barita insolubile. Lasciato in riposo l'acido, e separato per decantazione dal precipitato che vi si sarà prodotto, s'introdurrà in una stortina (*fig.* 221), a cui si adatterà un'allunga circondata da un re-

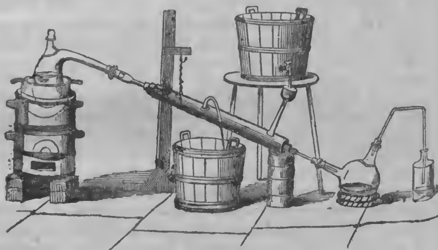


fig. 221

frigeratore ed un palloncino tubulato, alla cui tubulatura si unirà una cannuccia di vetro che ripiegata in giù verrà ad entrare in una bottiglia contenente acqua distillata, senza tuttavia tuffarsi in questo liquido. La storta si scalderà a bagno di sabbia: il liquido che essa contiene fornirà in principio gas acido cloridrico accompagnato da poco vapore acquoso, e che si scioglierà nell'acqua della bottiglia che segue il palloncino e termina l'apparecchio: in questo periodo dell'operazione il calore che si applica alla storta vuol essere moderatissimo; dopo qualche tempo è mestieri accrescere la temperatura del bagno di sabbia; incomincia allora insieme al gas acido cloridrico a svolgersi acido cloridrico acquoso a 16 equiv. d'acqua, il quale si

condenserà entro il refrigeratore, e si raccoglierà entro il pallone. Con quest'operazione si ottiene acido cloridrico, il quale può al più al più contenere qualche traccia di cloro libero, che tuttavia non nuoce in generale alle sue applicazioni.

È quasi superfluo il dire che l'acido cloridrico puro è incoloro, non ha odore nè di cloro nè d'acido solforoso, si evapora senza residuo, non discioglie l'oro, non decolora la soluzione d'indaco, in una parola non ha alcuno di quei caratteri che dipendono dalla presenza delle sostanze che lo rendono impuro.

§. **288.** — L'acido cloridrico ha numerose applicazioni; di esse alcune furono già accennate, altre verranno a tempo opportuno ampiamente descritte.

§. **289.** — L'equivalente dell'acido cloridrico è 455,5, esso è la quantità di quest'acido che satura esattamente e converte in cloruri neutri gli equivalenti dei protossidi metallici, per cagion d'esempio, di potassio, di sodio, di calcio ecc.

Se prendasi una quantità di potassa la quale contenga esattamente 589 di ossido di potassio, e sciòltala nell'acqua si cerchi di farne scomparire le proprietà alcaline con addizione d'acido cloridrico, si troverà che per ottenere questo risultamento è mestieri impiegare tanto d'acido reale che pesi 455,5. La stessa quantità d'acido cloridrico sarà necessaria per saturare 350 di calce, 387 di soda ecc. E poichè il risultamento di queste reazioni di saturazione è un protocloruro metallico contenente 1 equiv. di metallo, così diremo che l'equivalente dell'acido cloridrico è quella quantità di quest'acido che contiene tanto di cloro, che combinandosi con 1 eq. di potassio, di calcio, di sodio ecc., formi con esso un protocloruro, ossia il cloruro che corrisponde al protossido.

Acqua regia.

§. **290.** — Nel descrivere le proprietà dell'acido nitrico e dell'acido cloridrico abbiamo detto che tanto il primo quanto il secondo si dimostrano inerti sopra l'oro. Pongansi fogli d'oro sottili nell'acido nitrico, e con esso si scaldino anche per lungo tempo, essi non perderanno nulla del loro peso: la stessa cosa accadrà se si sostituisca all'acido nitrico l'acido cloridrico puro.

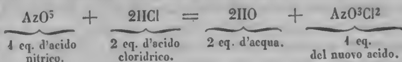
Per l'incontro si faccia un miscuglio di 1 parte d'acido nitrico concentrato e 3 o 4 parti d'acido cloridrico esso pure concentrato, si avrà un liquido in cui l'oro in fogli prontamente si dileguerà. Il platino, esso pure insolubile negli acidi cloridrico e nitrico isolati, si discioglierà con prontezza nel misto accennato. Evidentemente i due acidi nel mescolarsi soffrono una chimica alterazione, onde il miscuglio loro non li rappresenta più nel loro stato naturale, ma mutati in un corpo nuovo, di cui i chimici moderni cercarono di svelare la natura.

L'alterazione che soffrono i due acidi venendo in mescolanza si manifesta 1° al cangiamento di colore che essi offrono al primo loro contatto: i due acidi, incolori, non appena sono mescolati danno un liquido di colore dapprima giallo pallido, che a poco a poco si fa più intenso, e diventa finalmente giallo ranciato scuro: 2° all'odore misto di cloro ed acido nitroso che emana dal liquido risultante dalla mescolanza dei due acidi. Quest'odore si fa più sensibile quando il misto dei due acidi si venga a sottoporre all'azione del calore; in tal circostanza si sprigiona da esso cloro in abbondanza, e vapore rosso simile a quello dell'acido iponitrico. A questo miscuglio che è capace di disciogliere l'oro, che gli antichi consideravano come il re dei metalli, si diede il nome d'*acqua regia*

È facile il comprendere come i due acidi debbano scambievolmente mutarsi nella loro composizione, dacchè da una parte l'acido cloridrico possiede idrogeno, dall'altra l'acido nitrico contiene ossigeno che esso facilmente cede ai corpi ossidabili; onde dalla combinazione di questi elementi risultar deve acqua, rimanendo come residui il cloro dell'acido cloridrico, ed un composto ossigenato dell'azoto, meno ricco in ossigeno che non è l'acido nitrico. Ma fino a qual segno proceda la deossidazione dell'acido nitrico, e qual composto risulti dal residuo che esso lascia e dal cloro dell'acido cloridrico, è cosa non ancora ben determinata.

Baudrimont suppose che 2 equiv. d'acido cloridrico ed 1 equiv. d'acido nitrico si decompongano in guisa che ne risultino 2 equiv. d'acqua ed un residuo d'acido nitroso, il quale combinandosi con 2 equiv. di cloro costituisca 1 equiv. di un acido particolare, che sarebbe acido nitrico, in cui a 2 equiv. di ossigeno si sarebbero sostituiti 2 equiv. di cloro.

Così la reazione si esprimerebbe colla seguente formola:



$$AzO^5 + 2HCl = 2HO + AzO^3Cl^2$$

1 eq. d'acido nitrico. — 2 eq. d'acido cloridrico. — 2 eq. d'acqua. — 1 eq. del nuovo acido.

Gay-Lussac ritoccando quest'argomento suppose possibile la produzione di altri acidi, dei quali uno avrebbe la formola AzO^2Cl^2, l'altro AzO^2Cl.

§. **291.** — Qualunque sia per essere l'opinione che i chimici dovranno formarsi della costituzione molecolare dell'acqua regia, certo è che essa è un mezzo gagliardissimo per cui si ottengono ossidazioni e clorurazioni di corpi i più difficili a combinarsi coll'ossigeno o col cloro. Egli è in virtù di questa sua azione che l'acqua regia discioglie l'oro ed il platino convertendoli in cloruri; egli è pure in virtù di questa sua azione che se si fa bollire solfo con acqua regia si ottiene acido solforico sciolto nel liquido. Per tal guisa si acidificano per l'acqua regia il fosforo, l'arsenico ecc.

Egli è specialmente nel trattamento dei metalli che l'acqua regia torna utile al chimico: perciò parleremo delle sue applicazioni quando faremo studio speciale dei corpi metallici e delle loro combinazioni.

L'acqua regia quando è concentrata, e specialmente sotto l'azione del calore, spande vapori rutilanti d'acido iponitrico misti con cloro: ambidue questi corpi guastano gli arredi metallici e le stoffe di qualunque materia esse sieno, e sono inoltre assai perniciosi alla salute se vengano coll'aria respirati. Egli è perciò necessario conservare l'acqua regia in fiale di cristallo ben chiuse con tappo smerigliato, ed in luogo dove la temperatura non sia soggetta ad elevarsi. Nell'impiegare l'acqua regia non se ne inspirino i vapori.

Cloro e Solfo.

Cloruro di solfo ClS^2=843.

§. **292.** — Il cloro ed il solfo si uniscono in più proporzioni, onde nascono diversi composti, dei quali uno solo ha qualche importanza per le arti, ed è il *protocloruro di solfo*.

L'apparecchio col cui mezzo si ottiene questo composto è rappresentato dalla *fig.* 222. A, è un pallone di vetro in cui si fa reagire

dell'acido cloridrico con del biossido di manganese per produrre gas cloro. Questo è condotto a lavarsi entro una bottiglia di Woolf B, e quindi passa per un tubo ripieno di cloruro di calcio, su cui si secca compiutamente, poscia vien condotto in una storta di vetro D, in cui si contiene solfo. Al collo della storta si unisce un palloncino tubulato E, sopra cui si fa cadere dal recipiente F, col mezzo di una chiavetta, un sottil filo d'acqua ghiacciata.

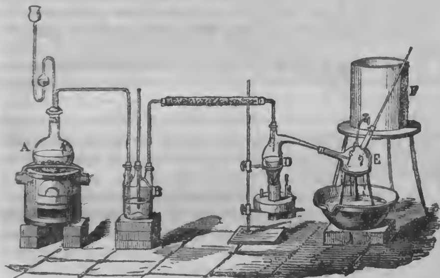


fig. 222

Alla tubulatura del palloncino si unisce una cannuccia di vetro, che è destinata a prendere e condurre fuori del laboratorio il gas cloro quando si svolga in quantità eccedente il bisogno.

Disposto l'apparecchio si fa svolgere il gas cloro, il quale giunge lavato e secco in contatto del solfo. Frattanto questo si scalda a temperatura superiore a $+100°$. Il cloro è condotto nella stortina a livello del solfo, e con esso si combina, e forma protocloruro di solfo, il quale per l'azione del calore si sprigiona e si condensa entro il palloncino E.

Il cloruro di solfo distillandosi in presenza di abbondante quantità di solfo, ne trascina con sè una parte, onde il prodotto deve considerarsi siccome impuro. Per averlo allo stato di purezza è mestieri ridistillarlo, il che si fa entro una stortina che moderatamente si scalda, a cui si unisce un palloncino condensatore che tiensi freddo

con ghiaccio. Il solfo meno volatile che il cloruro rimane come residuo.

Questo composto è un liquido di colore giallo rosso, dotato di odore suo proprio spiacevole, bolle a +138: è più denso che l'acqua; la sua densità è =1,687, quella dell'acqua essendo 1. Posto in contatto coll'acqua rapidamente si decompone, deponendo solfo e generando acido solforoso, acido solforico, ed acido cloridrico, evidentemente decomponendo l'acqua ed appropriandosene gli elementi.

La composizione di questo corpo è tale che in 100 parti esso contiene

Cloro	52,55
Solfo	47,45
	100,00

Ora se esprimiamo questa composizione col mezzo dei numeri equivalenti dei due corpi cloro e solfo, troviamo che per 1 equiv. di cloro =443, il protocloruro contiene 400 di solfo ossia 2 equiv.; la sua composizione adunque si esprime colla formola S^2Cl:

Il cloruro di solfo che abbiamo descritto non avrebbe importanza per le arti se non fosse impiegato come mezzo di volcanizzazione della gomma elastica. Che cosa sia il volcanizzare la gomma elastica verrà detto a suo tempo.

Bromo. Br=1000.

§. **293.** — Immediatamente accanto al cloro viene a collocarsi per analogia di proprietà e di reazioni il Bromo.

Trovasi questo corpo specialmente in combinazione col magnesio nell'acqua marina; le acque madri, dalle quali si separa il sale marino nelle saline, contengono concentrata e ridotta a piccolo volume una ragguardevole quantità di bromuro di magnesio, da cui per il primo estrasse Balard il bromo. Le piante marine, le alghe di diversa natura che si nutrono dell'acqua marina, bruciate, lasciano per residuo una cenere la quale contiene essa pure composti di bromo.

Dalle soluzioni dei bromuri nell'acqua è facile isolare il bromo. Si prenda acqua madre delle saline, e si faccia attraversare da una de-

bole corrente di gas cloro. Si vedrà in essa apparire una tinta gialla più o meno pronunciata, la quale dipende da bromo messo in libertà. Se al liquido così ingiallito si aggiunga alquanto etere solforico, e con esso si agiti, si osserverà l'etere colorarsi intensamente in giallo e decolorarsi il liquido, da cui l'etere come meno denso si separa.

La soluzione eterea di bromo così ottenuta è separata dal liquido sottostante col mezzo della decantazione, quindi saturata con potassa: il liquido si evapora, e si calcina il residuo. Si ottiene per tal guisa un composto di bromo e potassio che chiamasi bromuro di potassio: questo si mesce con biossido di manganese ed acido solforico concentrato, quindi si distilla il miscuglio, il quale fornisce il bromo in vapori che opportunamente si condensano.

La decomposizione del bromuro di potassio col mezzo della reazione coll'acido solforico e col biossido di manganese si rappresenta colla medesima formola con cui abbiamo rappresentata la produzione del cloro col mezzo della decomposizione del sale marino per via dell'acido solforico in presenza del biossido di manganese (§. 270).

A vece del cloruro di sodio abbiamo qui bromuro di potassio: quindi il prodotto è bromo, il residuo è un misto di solfato di potassa e solfato di protossido di manganese.



$$KBr + MnO^2 + 2(SO^3,HO) = MnO,SO^3 + KO,SO^3 + Br + 2HO.$$

§. 294. — Il bromo è liquido, di colore rosso bruno, trasparente se in piccoli strati, opaco quando è in masse alquanto ragguardevoli. Ha sapore ributtante ed odore disgustosissimo, d'onde il suo nome che suona *fetido*. Respirato in vapori irrita e molesta le fauci, eccita la lacrimazione, lo starnuto e la tosse, e se inspirato in certa dose produce la soffocazione. Introdotto nel ventricolo opera come potente veleno. Facile a convertirsi in vapori anche alla temperatura ordinaria, entra in bollizione a $+63°$, raffreddato a $-22°$ si solidifica. La sua tendenza ad evaporarsi è tale che quando se ne versi qualche gocciola entro un pallone, in breve tempo questo si trova riempiuto di un vapore rosso ranciato che imita il vapore dell'acido iponitrico.

Il bromo è dotato di densità cospicua, cioè 2,966; è perciò più pesante specificamente che l'acido solforico monoidratato.

È poco solubile nell'acqua, la quale alla temperatura di $+15°$ ne scioglie $\frac{1}{33,3}$ del suo peso. Si scioglie assai bene nell'alcool, e me-

glio ancora nell'etere solforico. La soluzione acquosa convenientemente raffreddata fornisce idrato di bromo solido analogo all'idrato di cloro; lasciata in contatto dell'aria, e più rapidamente se riscaldata, essa perde tutto il bromo, e non prende reazione acida. Lentamente si acidifica la soluzione stessa se si lascia esposta ai raggi diretti della luce solare, per decomposizione dell'acqua e formazione d'acido bromidrico. Le soluzioni di bromo sono colorate in giallo.

§. 295. — Il bromo opera sui metalloidi e sui metalli a modo del cloro come corpo elettro-negativo, generando composti che chiamansi bromurí. In contatto del fosforo e del solfo il bromo contrae combinazioni con questi corpi, facendo le parti di componente elettro-negativo. I bromuri che ne risultano decompongono l'acqua, e si decompongono essi pure, con formazione d'acido bromidrico, mentre il solfo, il fosforo ecc. si combinano con l'ossigeno dell'acqua decomposta formando ossiacidi.

Molti metalli, non appena sono tócchi dal bromo, si convertono in bromuri. Così il potassio, l'arsenico, l'antimonio, lo stagno, si uniscono a lui con viva produzione di luce. Il bismuto, il ferro, il mercurio vi si uniscono pure, senza incandescenza alla temperatura ordinaria, con produzione di luce se prima vennero portati a temperatura elevata.

L'analogia tra il bromo ed il cloro, chè risulta evidente nelle reazioni fin qui citate, si prosegue ancora nell'azione che il bromo esercita sovra le materie coloranti vegetali: si aggiunga acqua bromata a soluzione solforica d'indaco, e questa tosto verrà scolorata; la tintura di campece, di legno di Brasile e simili presenteranno il fatto medesimo della decolorazione.

Il bromo nelle sue reazioni si mostra meno elettro-negativo che il cloro. Quando si abbia un composto di bromo e d'un metallo, come potassio, sodio ecc., e sovr' esso si faccia reagire il cloro, questo s'impadronirà del metallo, e tosto il bromo verrà posto in libertà. Egli è su questo principio che si fonda la separazione del bromo dalle acque madri delle saline (§. 293).

I bromuri come i cloruri, quando vengono decomposti dall'acido solforico monoidratato si scompongono, decomponendo l'acqua dell'acido, in ossido metallico, che si unisce all'acido solforico e forma un solfato, ed in acido bromidrico che si svolge. Così quando si faccia reagire acido solforico sul bromuro di potassio, si otterrà solfato di potassa ed acido bromidrico. In questa reazione tuttavia si

mostra un fatto che dà a vedere che l'affinità del bromo per l'idrogeno è minore che quella del cloro per questo stesso elemento. Imperocchè l'acido bromidrico nell'atto in cui si sprigiona, se s'incontra in un'eccedenza d'acido solforico, si decompone cedendo idrogeno all'ossigeno dell'acido solforico, onde risultano acqua, acido solforoso e bromo libero; la qual reazione si esprime chiaramente con questa formola



$$HBr+SO^3=SO^2+HO+Br.$$

§. **296.** — Il bromo è un corpo che finora non ha ricevute applicazioni essenziali nelle arti: lo s'impiega tuttavia in assai gran copia nella fotografia, ed a suo tempo discorreremo di questa sua applicazione.

L'equivalente del bromo risulta dalla composizione dei bromuri metallici corrispondenti ai protossidi. In essi, per un eq. di metallo, troviamo una quantità di bromo =1000. Questa quantità medesima combinandosi con 12,5 d'idrogeno genera l'acido bromidrico. Conchiudiamo che 1000 è il numero equivalente del bromo.

Iodio. I=1586.

§. **297.** — Come il bromo s'assomiglia al cloro, così il iodio s'assomiglia al bromo. Tale è l'analogia di questi tre corpi tra loro, che la mente corre spontanea al pensiero, che essi non sieno che una modificazione d'una sola e medesima materia. A corroborare questa supposizione concorrerebbe altresì la frequenza con cui questi tre corpi semplici s'incontrano socii e compagni nella natura. Se non che uno studio minuto delle loro reazioni e combinazioni fa scorgere, in mezzo ai punti d'analogia che li ravvicinano, caratteri bastantemente distinti perchè il confonderli torni impossibile.

Nelle regioni marittime settentrionali della Francia, sulle coste di Irlanda e di Scozia e specialmente nelle isole Ebridi si raccoglie abbondevole quantità di piante marine (*varecks* o *sea weeds*), le quali seccate in sulla spiaggia, e quindi bruciate entro fosse o forni appositamente costrutti somministrano una cenere ricca di materiali salini che prende il nome di soda dei Vareck.

Coteste ceneri, lisciviate con acqua, danno una soluzione, la quale, filtrata ed evaporata convenientemente, fornisce per ripetute cristallizzazioni molti sali, cioè cloruro di sodio, cloruro di potassio, solfato di soda, di potassa, ecc. Rimane un'acqua madre nella quale, insieme a piccola porzione di cloruro di sodio e solfuro di sodio, si trova in abbondanza un corpo salino, che è il ioduro di potassio.

Egli è da queste acque madri che pel primo isolò il iodio un fabbricante di nitro, il signor Courtois di Parigi, il quale, mescendole con acido solforico, si accorse con sua sorpresa che dal miscuglio si sviluppava un abbondante vapore violaceo, il quale deponendosi sopra i corpi freddi circostanti si conformava in lamelle di color grigio, e brillanti di aspetto metallico. Il nuovo corpo fu quindi accuratamente studiato da Gay-Lussac, e riconosciuto siccome un corpo semplice: eccone i più essenziali caratteri.

§. **298.** — Il iodio è un corpo solido all'ordinaria temperatura, ha un colore grigio-bruno, analogo a quello della grafite; ha una densità $=4,948$; si fonde alla temperatura di $+107$, ed alla temperatura di $+180$ si evapora con bollizione.

Alla temperatura ordinaria si volatilizza assai rapidamente, ma più ancora se si scaldi anche moderatamente, e tuttochè non si giunga alla temperatura della sua bollizione. Perciò esso vuole essere conservato in recipienti i quali sieno ben chiusi.

Il iodio ha un sapore acre irritante, un odore pungente, analogo a quello del cloro: il suo vapore inspirato irrita le narici e le fauci, eccita la tosse e la lacrimazione.

I vapori che il iodio spande sono colorati intensamente in violaceo: da questo carattere ebbe origine il nome di *iodio*. La densità del suo vapore è grandissima ed è $=8,716$.

Poco è solubile il iodio nell'acqua, che non ne scioglie a temperatura ordinaria che $\frac{1}{7000}$ del suo peso, ma che tuttavia ne riceve un colore giallo ben pronunciato. Abbandonata a sè sotto l'influenza dei raggi solari questa soluzione lentamente si scolora, senza che tuttavia si mostri ossigeno libero. Si formano contemporaneamente acido iodidrico ed acido iodico. Più abbondantemente si scioglie il iodio nell'alcool, cui tinge in rosso bruno-oscuro. La soluzione alcoolica, evaporata lentamente, fornisce cristalli di iodio; mista con acqua s'intorbida e dà un precipitato di iodio.

Il iodio si comporta con alcuni corpi metalloidei presso a poco come il cloro ed il bromo. Può combinarsi direttamente coll'idrogeno quando con esso si conduca allo stato di vapori per entro un tubo di porcellana scaldato a rosso nascente. Il composto che emerge dalla combinazione del iodio con l'idrogeno è un corpo acido e chiamasi *acido iodidrico*. Posto in contatto con fosforo il iodio vi si combina rapidamente e con elevazione di temperatura, in guisa che, se la reazione si faccia in contatto dell'aria, il fosforo si accende vivamente. Scaldato con solfo si combina con esso, e forma ioduro di solfo. Con questi tre corpi metalloidei esso fa le parti di componente elettro-negativo. È capace di combinarsi col cloro e col bromo, ne risultano composti, nei quali esso è l'elemento elettro-positivo. Coi metalli si combina assai di leggieri il iodio, formando ioduri metallici. Il potassio, il sodio, quando si pongano in contatto con vapore di iodio e con esso si scaldino, si convertono in ioduro di potassio o di sodio, spesso con produzione di luce. Si trituri in un mortaio un po' di iodio con mercurio e si otterrà prontamente un composto di colore verde, il protoioduro di mercurio. Si porti iodio allo stato di vapore entro un matracciuolo, e vi si versi entro qualche goccia di mercurio, immediatamente si otterrà un composto di color rosso vivo, che sarà il deutoioduro di mercurio (1). Nel combinarsi coi metalli il iodio fa le parti di corpo elettro-negativo, meno energico tuttavia nei suoi poteri che il cloro ed il bromo. Per ciò quando si faccia giungere cloro entro la soluzione d'un ioduro, questo si troverà decomposto, ed il suo iodio verrà posto in libertà. La stessa cosa si otterrebbe col bromo.

Sulle sostanze organiche il iodio opera come il cloro ed il bromo distruggendole od alterandole più o meno profondamente. In contatto colla pelle esso la colora in giallo-bruno: lo stesso fa sulla carta.

Una speciale e caratteristica azione esercita il iodio sull'amido. In una soluzione di questa sostanza il iodio produce immediatamente una colorazione in azzurro. Reputasi generalmente essere il corpo così colorato composto di iodio ed amido, e prende il nome di ioduro d'amido. La soluzione d'amido è adunque un reagente del io-

(1) Nei laboratorii il vapore di iodio è causa per cui spesso gli strumenti metallici delicati, quali sono le bilance, si guastano.

dio libero, siccome il iodio è reagente dell'amido. Col mezzo di una leggiera soluzione d'amido si può riconoscere la presenza di una parte di iodio sciolta in 1,000,000 di parti d'acqua. Il ioduro d'amido presenta un fatto singolare, ed è che quando si scalda il liquido, in cui esso sta sospeso, scompare rapidamente la sua tinta, talchè il liquido si trova dopo breve tempo scolorato; col raffreddamento si ripristina il colore azzurro: queste mutazioni si possono ripetere più e più volte collo stesso liquido; tuttavia dopo un certo numero di decolorazioni il colore azzurro del ioduro d'amido si dilegua affatto e permanentemente. Evidentemente si ha qui un'azione chimica, per la quale il iodio altera chimicamente l'amido.

Come il cloro ed il bromo, così il iodio opera come decolorante sull'indaco ed altre sostanze tintoriali vegetali, ma la sua azione è molto lenta.

La reazione del iodio coll'ammoniaca vuole essere menzionata, poichè ne emerge un corpo che può essere pericoloso a chi con esso esperimenta. Si versi alquanta soluzione alcoolica di iodio entro ammoniaca liquida concentrata, immediatamente si genererà in seno al miscuglio un corpo polveroso nero, il quale si potrà facilmente separare dal liquido col mezzo della filtrazione. Nel liquido filtrato trovasi acido iodidrico combinato con ammoniaca: il corpo solido è stabile finchè è umido: quando poi si lasci seccare spontaneamente all'aria, esso acquista tale instabilità di composizione che basta il toccarlo anche leggiermente con le barbe di una penna perchè si decomponga con vivissima e fragorosa esplosione. Si reputa questo corpo formato di azoto e di iodio. Sembra che esso contenga idrogeno, e che la sua composizione si debba rappresentare dalla formola $AzHI^2$. Esso sarebbe ammoniaca, in cui a due equivalenti d'idrogeno si sarebbero sostituiti due equivalenti di iodio.

Si forma questo medesimo corpo quando si bagna iodio con ammoniaca liquida.

§. **299.** — Lo studio delle ceneri delle piante marine, delle sode dei Vareck, e del modo con cui al presente si estraggono da esse e si purificano i composti salini che vi si contengono, ci occuperà di proposito in altro tempo. Giova qui rammentare che il iodio non s'incontra solo nelle piante marine, sibbene si rinviene altresì nelle acque del mare, dalle quali senza dubbio attraggono ed assimilano i ioduri le piante che vi vegetano. Ma non basta: gene-

ralmente sparso nel regno vegetale, il iodio s'incontra nelle ceneri delle torbe, delle piante acquatiche dei laghi, degli stagni, delle paludi, nelle ceneri di molti animali acquatici, nei corpi dei pesci marini e d'acqua dolce; si trova, benchè in piccola quantità, negli umori degli animali terrestri, nei terreni di svariatissima formazione, nelle acque minerali solforee ecc., e s'incontrò persino nell'atmosfera, proveniente senza dubbio da esalazioni terrestri, e da decomposizioni di corpi organici (1).

Tuttochè così frequente si presenti il iodio in natura, rimane tuttavia alle acque madri delle sode dei Vareck il privilegio di servir con vantaggio all'estrazione e fabbricazione di questo corpo semplice.

Ecco quale è il procedimento che attualmente si segue per questo oggetto. Le acque madri, dalle quali si separarono diversi sali cristallizzabili, si pongono entro un recipiente, e vi si aggiunge acido solforico in quantità sufficiente per dar loro una leggiera acidità: con ciò si decompongono il carbonato di soda, il solfuro di sodio, il solfito di soda e quanti altri sali sono decomponibili. L'eccesso dell'acido solforico dev'essere appena sensibile. Si fa bollire il liquido in una caldaia di ferraccio, collocata sotto un cammino che abbia un tirante d'aria per eliminare dal laboratorio il gas solforoso ed il solfidrico; poscia si abbandona il liquido a raffreddamento, con che esso depone i solfati cristallizzabili: la soluzione od acqua madre si separa chiara dai cristalli, poscia si allunga con acqua finchè segni 25 gradi all'areometro, e vi si fa passare entro una corrente di gas cloro. Non appena questo gas giunge in contatto del liquido, lo intorbida cagionandovi un precipitato nero, il quale a poco a poco ingrossa e si conforma in lamelle, che si precipitano in fondo del liquido. Quest'operazione si fa entro un vaso di grès. Nell'impiego del cloro giova andar guardinghi perchè non troppo rapido ne sia lo svolgimento, e non se ne conduca nel liquido che quel tanto che è necessario per la decomposizione del ioduro. Se scarseggiasse il cloro si perderebbe iodio che rimarrebbe nel liquido allo stato di ioduro: se si eccedesse nel cloro si distruggerebbe una parte del precipitato per formazione di cloruro di iodio. Ad evitare l'uno e l'altro inconveniente è mestieri procedere lentamente nella decomposizione, e so-

(1) Vedansi a questo riguardo le molte memorie che si pubblicarono dal prof. Lorenzo Cantù negli Atti dell'Accademia delle Scienze di Torino.

spendere di quando in quando l'afflusso del cloro per esplorare una porzione di liquido a parte affine di scorgere se ancora se ne precipiti iodio col mezzo di qualche bollicina di cloro. Terminata la decomposizione si abbandona il liquido torbido al riposo, quindi per decantazione lo si separa dal precipitato di iodio che vi si formò, a cui si aggiunge acqua pura, che con esso si agita, poi si lascia in riposo e si decanta. Questa lavatura si ripete più volte finchè l'acqua riesca pura e priva di sostanze saline. Allora si versa il iodio entro un recipiente di terra cotta, formato a guisa d'imbuto, ed in cui si lascia gocciolare l'acqua di cui esso è imbevuto.

Ad ottenere un compiuto essiccamento di questo corpo lo si pone in una cassa di legno, munita del suo coperchio, in cui v'ha uno strato alquanto alto di ceneri lavate ed asciutte, e leggermente compresse, sulle quali si stende un foglio di carta sciugante, e sovr'esso si pone il iodio, che si cuopre con un altro foglio di carta: per ultimo si chiude la cassa col suo coperchio. Il iodio, posto così in contatto mediato colle ceneri, perde, per l'assorbimento che queste operano, l'acqua che ancora gli era interposta.

Il iodio così preparato può essere immediatamente posto in commercio; tuttavia esso non sarebbe accetto ai consumatori, i quali desiderano procacciarselo in grossi cristalli, perciocchè, e questo non è pregiudizio, la grossezza e bellezza dei cristalli è indizio di purezza; per ottenere il iodio in questa forma è necessario sublimarlo, il che si fa nell'apparecchio che siam per descrivere, e che è rappresentato dalla *fig.* 223).

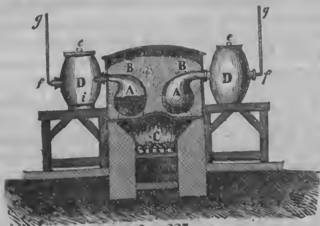


fig. 223

AA sono due ampie storte di grès collocate entro una cassa di ferro B B riempiuta di sabbia, e che si scalda sopra un focolare C. In ciascuna storta s'introducono 20 chilogrammi incirca di iodio. La sabbia deve coprire interamente le storte, compreso il loro collo, perchè in ogni punto di esse la temperatura si conservi bastevole per tenere il iodio allo stato vaporoso: l'estremo libero del collo delle storte, che deve essere brevissimo, uscito dalle pareti della cassa, entra immediatamente entro un ampio recipiente D di terra cotta, in cui si deve operare la condensazione. Il fondo superiore *e* di questo recipiente è mobile, e fa l'ufficio di coperchio; *f* è una tubulatura, a cui si unisce una cannuccia di vetro *g*, destinata a condurre fuori del laboratorio il vapore acquoso, che si svolge dalle storte insieme col iodio. Nel basso del recipiente si trova un diaframma orizzontale *i* traforato, sul quale viene a cadere una parte del iodio; se insieme con questo si condensi nel recipiente alquanto acqua, questa gocciola sotto il diaframma e si separa dal prodotto. Talvolta in un medesimo forno si uniscono molte storte, le quali allora formano due ordini paralleli come in un forno a galera. La fiamma del combustibile scalda tutta la cassa di ferro, scorrendo sotto il suo fondo.

Il vapore di iodio si sprigiona liberamente dalle storte, e, penetrato entro il recipiente condensatore, quivi si rappiglia tosto in cristalli pel subito abbassamento di temperatura che esso vi prova. È necessario che il collo della storta sia assai ampio e breve, perchè in esso non si depongano cristalli, o deponendosi non vengano ad ostruirlo. Affine di ottenere grossi cristalli, per lo più si riunisce in un solo vaso condensatore il iodio di molte sublimazioni operate entro la stessa storta.

In alcune officine d'Inghilterra il procedimento dell'estrazione del iodio dalle sode dei Vareck è alquanto diverso dal descritto.

Le acque madri separate dai diversi sali che le dette sode contengono, sono saturate con acido solforico; separati i solfati di soda e potassa si evapora il liquido superstite fino a siccità; la massa salina si mesce con proporzioni convenienti di biossido di manganese ed acido solforico in una bottiglia a due colli di grès che si scalda sovra un dolce fuoco. Il iodio che si svolge è ricevuto entro cilindri di porcellana connessi con uno dei colli della bottiglia, ed in essi si condensa e cristallizza.

§. **300**. — Il iodio è corpo che per lungo tempo non ebbe appli-

cazioni che nella medicina: la scoperta delle sue proprietà terapeutiche fu un immenso benefizio all'umanità, e fu il segnale di vittoria sovra gravissime infermità fino allora ribelli agli sforzi dell'arte. La consumazione di questo corpo per uso della medicina era tuttavia poco rilevante, perciò nè la sua produzione era cosa di momento, nè il suo prezzo eccedeva i limiti della moderazione. La cosa mutò d'aspetto quando si scoperse la fotografia, quando cioè si riconobbe che una lastra d'argento esposta ai vapori di iodio, coperta perciò di uno strato sottile di ioduro d'argento, era capace di ricevere a permanenza l'immagine degli oggetti raccolta in una camera oscura e diretta sopra di essa. La consumazione del iodio si accrebbe l'un cento per questa sua nuova e curiosa applicazione. S'aggiunsero alcuni tentativi fatti per fissare sulle stoffe i vivissimi colori di alcuni ioduri metallici; e questi fatti resero il iodio un corpo prezioso, e ne fecero salire a segno non prevedibile il prezzo. Per questa ragione avvenne che il iodio andasse in commercio soggetto a frode per mescolanza di sostanze straniere. Frequentemente si mettono col iodio lamelle di piombagine con cui facilmente esso si confonde pel carattere del colore: talvolta si vende il iodio dopo averlo imbevuto d'acqua per renderne maggiore il peso. La presenza della grafite, come di qualunque altra sostanza fissa, si riconosce prendendo alquanto iodio e sottoponendolo alla sublimazione entro un tubetto di vetro; le materie fisse rimangono come residuo. Egualmente si può riconoscere la frode prendendo una porzione di iodio e trattandola con alcool: il iodio si scioglierà, le materie straniere resteranno indisciolte. Quanto all'acqua di cui fosse imbevuto il iodio, si riconoscerà comprimendone alquanto trammezzo a fogli di carta sciugante, sovra cui esso farà una macchia, nella quale sarà facile il ravvisare l'acqua, al rammollimento che si mostrerà sulla carta.

§. **301.** — L'equivalente del iodio è quel peso di questo corpo che combinandosi con un equivalente di potassio, di sodio, di ferro ecc., forma ioduri corrispondenti ai protossidi di questi metalli. Se nel ioduro di potassio noi cerchiamo la relazione in peso tra il iodio ed il metallo, troviamo che per convertire in ioduro un peso di 489 di potassio, si esigono 1586 di iodio. La stessa quantità di iodio converte in protoioduro 287, di sodio 350, di ferro ecc. Quella medesima quantità di iodio convertendosi in acido iodidrico si combina con 12,5 d'idrogeno.

§. **302.** — I ioduri metallici trattati con acido solforico generano un solfato dell'ossido del metallo, ed insieme forniscono acido solforoso e iodio libero. Si abbia una soluzione di ioduro di potassio, ed in essa si versi alquanto acido solforico concentrato, immediatamente si scorgerà tingersi il liquido in bruno, ed intorbidarsi se concentrato, e prendere anche solo una tinta giallognola se poca è la quantità di ioduro. Se nella soluzione si fosse prima dell'addizione dell'acido solforico instillata qualche goccia di soluzione d'amido, l'isolarsi del iodio si manifesterebbe pel coloramento azzurro o violaceo più o meno intenso del ioduro d'amido generato.

La reazione è sensibilissima e può svelare quantità anche piccolissima di ioduro in una soluzione.

La ragione di questo fatto sta nella facilità con cui l'acido iodidrico si decompone cedendo idrogeno all'ossigeno dell'acido solforico, il quale opera come corpo ossidante cedendo una parte del suo ossigeno e convertendosi in acido solforoso, la reazione si esprime così



$$HI + SO^3 = HO + SO^2 . + I.$$

L'acido solforico decomponendo un ioduro tenderebbe a produrre acido iodidrico giusta la formola



$$MI + SO^3, HO = MO, SO^3 + HI$$

dove M indica un metallo unito al iodio in un protoioduro. Ma la presenza dell'acido solforico osta allo sprigionamento dell'acido iodidrico che si trasmuta in iodio libero, e che si accompagna con acido solforoso.

Fluorio. Fl=240.

§. **303.** — Non si conosce il fluorio allo stato d'isolamento, o per meglio dire, non se ne possono descrivere la proprietà. Ogniqualvolta questo corpo si estrica libero da un suo composto, s'appiglia immediatamente alla materia dei recipienti, ed entra senza dimora in nuove combinazioni, non risparmiandola a verun corpo, sia metallo o vetro o sia di natura organica. Tra i composti del fluorio, merita speciale

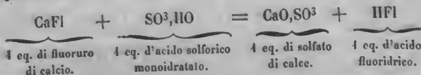
considerazione l'acido fluoridrico, di cui gioverà ora dire qualche parola, come di corpo che torna di qualche utilità alle arti.

Fluorio ed Idrogeno.

Acido fluoridrico, $HF=252,5$.

§. 304. — Trovasi in natura nel regno minerale un corpo, notevole per la bellezza dei suoi cristalli ora ottaedrici, ora cubici, pei suoi colori diversi spesso piacevolissimi all'occhio, e per la sua durezza, che lo rende atto a lavori d'arte e d'ornamento assai eleganti; a questo corpo composto di calcio e fluorio, danno i mineralogi il nome di *spato fluoro* o *fluorina*.

Si prenda alquanto di questo minerale ridotto in polvere sottile, e sopra vi si versi un poco d'acido solforico concentrato, poscia si scaldi moderatamente il miscuglio. Si vedrà sprigionarsi da questo un vapore bianco e denso, di reazione manifestamente acida; questo è l'acido fluoridrico. La reazione si spiega nella stessa guisa che la produzione dell'acido cloridrico dal miscuglio di cloruro di sodio e d'acido solforico. Infatti ammettendo la fluorina siccome composta di calcio e fluorio, l'acido solforico operando sovr'essa genererà solfato di calce ed acido fluoridrico: interviene in questa reazione l'acqua dell'acido solforico, la quale somministra l'ossigeno al calcio e l'idrogeno al fluorio, onde emergono calce che si combina coll'acido solforico, ed acido fluoridrico che si sprigiona. Questa reazione si esprime colla formola seguente:



Per preparare acido fluoridrico in quantità sufficiente per istudiarne le proprietà è d'uopo procedere nel seguente modo. Si prende una storta di piombo costrutta appositamente per quest' operazione, formata di due pezzi (*fig.* 224), di un fondo cioè quasi emisferico, munito di orlo rilevato, e di un capitello che sull'orlo suddetto si ag-

giusta ad esatto fregamento. Al collo della storta si unisce a fregamento altresì un collo lungo, pure di piombo, il quale dopo breve tratto s'incurva in basso e quindi nuovamente in alto a modo di U, e che si termina per una piccola apertura (1). Nel fondo della storta

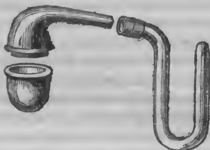


fig. 224

s'introduce spato fluore (fluorina) ridotto in polvere sottile, poi vi si versa sopra, e con esso si mesce, tanto acido solforico concentrato che basti a formarne una pasta liquida, o presso a poco in peso due parti d'acido per una di fluorina. Si appone al fondo della storta il capitello, e si chiude la giuntura con un luto d'argilla che si cuopra con una listerella di carta incollata. Al collo della storta si unisce il tubo ad U. La storta vuole essere collocata sopra un sostegno a piedi sotto cui si possa introdurre un fornelletto con un blando fuoco di carboni, od una piccola lampada a spirito. Il tubo ricurvo che fa l'ufficio di condensatore deve essere circondato di ghiaccio. Col riscaldamento del miscuglio si determina la reazione tra l'acido solforico e lo spato fluore, e lo svolgimento dell'acido fluoridrico, il quale, uscendo dalla storta e camminando pel tubo condensatore tenuto a bassa temperatura, vi si liquefà. Nello applicare il calore al fondo della storta si rammenti l'operatore che il piombo è metallo di facile fusione.

§. **305**. —L'acido fluoridrico così ottenuto è un corpo liquido, che non si solidifica neppure per fortissimo raffreddamento; poco più denso che l'acqua, incoloro, spande fumi densi all'aria, e bolle a temperatura prossima a $+20°$. Avidissimo di combinarsi coll'acqua (ed

(1) Le parti tutte di questo piccolo apparecchio debbono essere fatte unicamente di piombo, senza giunture a saldatura ordinaria, poichè questa, per lo stagno che essa contiene, facilmente si altera e si guasta dall'acido fluoridrico.

in ciò s'assomiglia all'acido cloridrico) quando si versa entro questo liquido vi si unisce con sibilo e fremito simile a quello che si produrrebbe da un ferro rovente.

Inerte sui corpi metalloidei, l'acido fluoridrico esercita per l'incontro una pronta ed energica azione sovra i corpi metallici, ai quali cede il suo componente elettro-negativo il fluorio, mentre l'idrogeno si sprigiona. Il piombo, l'oro, il platino sono i metalli i quali resistono a quest'acido: per ciò l'apparecchio che serve alla sua preparazione si fa con piombo, e nella sua costruzione debbono evitarsi le saldature di stagno, le quali prontamente sarebbero corrose. Cogli ossidi metallici si combina prontamente l'acido fluoridrico, e con essi si comporta nella stessa guisa che l'acido cloridrico ecc., poichè, cedendo il suo idrogeno all'ossigeno dell'ossido, genera acqua, mentre il fluorio si unisce al metallo, radicale dell'ossido, producendo un fluoruro metallico.

L'azione che esercita l'acido fluoridrico sopra i tessuti viventi merità di essere qui particolarmente menzionata. Una sola goccia di quest'acido che cada sopra la pelle vi produce una vescica, la quale presto si riempie di un umore purulento, e forma un'ulcere, che si accompagna con febbre violenta, ed è di malagevole guarigione.

Per la stessa guisa opera come corrosivo l'acido fluoridrico sopra i polmoni. Onde è che il maneggiar questo corpo è cosa sommamente pericolosa.

L'acido fluoridrico può ottenersi meno pericoloso a maneggiarsi, ma tuttavia ancora capace di servire ai suoi usi ponendo entro il tubo piegato dell'apparecchio rappresentato dalla *fig.* 224 (pag. 516) alquanta acqua; questa si satura d'acido, e ne prende tutte le proprietà chimiche.

L'acido fluoridrico ha un'azione energica sopra la silice e perciò sopra i silicati (vetri) che decompone in modo affatto particolare, di cui ragioneremo tra poco. Per questa ragione l'acido fluoridrico è impiegato nei laboratorii per l'analisi del vetro e dei composti siliciferi, e nella costruzione degli strumenti fisici si adopera ad incidere sul vetro.

Fosforo. Ph = 400.

§. **306**. — Fra le più rimarchevoli sostanze, alla cui conoscenza condusse l'assiduo lavoro dei cercatori della pietra filosofale, dobbiamo annoverare il fosforo.

Egli è dalle orine umane che per la prima volta si ottenne questo corpo, il quale per lungo tempo, attesa la difficoltà della sua preparazione ed il caro prezzo a cui si procacciava, non era che oggetto di curiosità per gl' indagatori della natura, e rimanevasi inutile per le arti.

Non descriveremo il modo di procedere col quale si preparava il fosforo dalle orine: era questa una lunga e tediosa operazione, la quale tosto si abbandonò quando Scheele e Gahn riconobbero che nelle ossa degli animali v'era una ricchissima supellettile di questo corpo, il quale con facilità poteva venirne estratto. Come ora si conduca la preparazione del fosforo il vedremo tra poco, frattanto incomincieremo per descrivere le proprietà che lo distinguono, e ciò che diremo su questo argomento verrà a portar luce sul metodo che serve per prepararlo.

§. **307**. — Il fosforo è un corpo solido alla temperatura ordinaria, semitrasparente, insipido: lasciato in contatto dell'aria tramanda un odore d'aglio assai intenso. Alla temperatura ordinaria è cedevole e flessibile come la cera, e si può facilmente rigare coll'unghia. La sua densità è = 1,77. Alla temperatura di + 44° si fonde e prende una perfetta liquidità. Il fosforo liquefatto per virtù del calore, si solidifica nuovamente quando si raffredda: esso presenta un fatto assai curioso a conoscersi, che cioè abbandonato a lento abbassamento di temperatura, può, se si lascia in riposo, mantenersi liquido, anche a +12° o +10°, ossia di molti gradi al dissotto del punto della sua fusione: se in tale stato si tocca con un corpo duro e si scuote la sua massa, esso di repente si fa solido, come se inerti ed immobili rimanendo di per sè le sue molecole, abbian mestieri d'una estrinseca potenza che le spinga all'accozzamento più stretto che ingenera la solidità.

Il fosforo è corpo volatile: alla temperatura di + 290° entra in

bollizione: egli è perciò possibile sottoporlo ad una distillazione, ed egli è appunto su questo fatto che si appoggia la sua preparazione.

Il fosforo è bianco, o di colore leggermente giallo. Un fenomeno singolare fu osservato da Thénard nel fosforo purissimo, che cioè quando si espone dapprima ad una temperatura di + 70°, e quindi rapidamente si raffredda, il suo colore diventa subitamente nero. Se il fosforo così modificato si riconduce a liquidità col mezzo del calore, esso ripiglia il suo colore naturale. È questo un fatto dipendente da diverso modo di accozzamento di molecole che il fosforo prende per le vicende di temperatura, ma che non si congiunge con veruna mutazione chimica. Nè questo è il solo caso di colorazione speciale del fosforo. Questo corpo infatti sotto l'influenza della luce solare, e senza il concorso di corpi che mutar lo possono chimicamente, si tinge in rosso bruno più o meno intenso. Quindi la necessità di conservarlo in luogo oscuro, perchè il suo aspetto si conservi quale il richiede il commercio.

Quando il fosforo si conserva lungo tempo nell'acqua, si cuopre di uno strato opaco bianco giallastro, il quale sembra provenire da un particolare stato di aggregamento molecolare, o da combinazione del fosforo coll'acqua.

Insolubile nell'acqua, il fosforo si scioglie assai bene negli olii fissi, negli olii essenziali, nel solfuro di carbonio.

Il fosforo ha la proprietà d'essere luminoso nell'oscurità: è questa la sua qualità caratteristica da cui derivò il suo nome, che suona appunto *portatore di luce*. Per taluno sembra dimostrato che tale proprietà si manifesti pel fatto della sua evaporazione, senzachè si richiegga una chimica mutazione a cui esso soggiaccia. Luccica il fosforo anche nel vuoto del barometro, in cui dura la luce finchè tutto il vacuo sia riempito da' vapori fosforici. Esso splende pure entro atmosfere di gas azoto o di gas idrogeno. Per altri la luce fosforica è sempre compagna d'una lenta ossidazione.

L'acqua stessa in cui il fosforo si conserva, manda sprazzi di pallida luce, quando si agita nelle tenebre. Qualunque sia la cagione di questo fatto, giova l'averlo accennato perchè non torni nuovo a chi dee maneggiar questo corpo.

§. **308.** — Fra i corpi che si prestano a combinazione diretta con l'ossigeno, il fosforo tiene luogo eminente. Infatti, non appena esso si trova in contatto dell'ossigeno o dell'aria, lo si vede circondarsi da

una nubecola bianca e densa di un fumo, che ha reazione acida, e che svela il suo combinarsi coll'ossigeno.

Questa lenta ossidazione è accompagnata da produzione di un odore agliaceo forte, che comunemente si considera come odore del fosforo, ma che non si sviluppa che nell'atto in cui esso lentamente si ossida.

Se molti pezzi di fosforo si trovano l'uno all'altro vicini, e collocati su d'un corpo poco buon conduttóre del calore, ed avviluppati dall'aria, la loro ossidazione lenta spesso dà luogo ad una rapida e pronta combustione, la quale succede con fiamma e con produzione di calore, e luce vivissima: la cagione di ciò sta nell'elevarsi della temperatura del fosforo, mentre lentamente si combina con l'ossigeno, e nell'accumularsi del calore nella sua massa, per la poca conducibilità dei corpi sui quali è collocato.

Più rapidamente s' accende il fosforo quando venga scaldato a + 70°, o quando si freghi contro corpi duri, il che equivale allo elevarne la temperatura, essendo che, come è noto, lo sfregamento genera calore.

Brucia il fosforo con fiamma che spande luce vivissima, bianca ed abbagliante al paro di quella del sole; ciò si osserva specialmente quando si fa lo sperimento con l'ossigeno puro. Cagione di tanta luce è la solidità dell'acido fosforico che si genera nell'atto della combustione, e che si fa incandescente entro la fiamma medesima (*v.* §. 190).

Ad evitare che il fosforo si accenda è mestieri tenerlo sempre custodito dal contatto dell'aria; usasi conservarlo e trasportarlo in vasi pieni d'acqua. Egli è pure sott'acqua che si manipola questo corpo nelle diverse operazioni industriali, nelle quali è d'uopo ricorrere al suo impiego.

Un corpo così fatto, per la sua consistenza, che è quella della cera, e per la sua accensibilità, non è suscettivo di triturazione; quando pertanto si abbia necessità di dividerlo in minute particelle, sarà necessario ricorrere a questo spediente. In un palloncino si ponga una quantita d'acqua che ne riempisca $^2/_3$ circa della capacità, quindi alquanto fosforo. Si scaldi il palloncino; il fosforo entrerà in fusione; a quel punto si toglierà dal fuoco il palloncino, e chiuso con un turacciolo si agiterà rapidamente in modo da mescere il fosforo liquefatto coll'acqua, ed in essa tenerlo forzatamente

disperso in piccolissime goccioline; frattanto si farà cadere sul palloncino un filo d'acqua fredda da cui si raffredderanno l'acqua ed il fosforo: quest'ultimo, quando il raffreddamento giunga al punto del suo solidificarsi, prenderà la solidità, conservando la forma di minute goccioline rotonde, le quali saranno tanto più esili quanto più rapida sarà stata l'agitazione dell'acqua.

In tutte le manipolazioni si guardi l'operatore che alcunchè di fosforo s'accenda in contatto colle mani; il fosforo fuso si appiciccbia talmente alla cute, che lo staccarnelo riesce impossibile, e là dove cominciò ad ardere si consuma finchè ve ne rimane una benchè tenuissima quantità. Quindi la scottatura che è prodotta dal fosforo è sempre accompagnata da più o meno profonda ulcerazione od incancrenimento dei tessuti, per la continuata azione di un cocentissimo calore quale è quello che esso ingenera. Se per caso una qualche particella di fosforo cadesse sulle mani e quivi si accendesse, unico rimedio sarebbe il tuffarle nell'acqua fredda, e distaccarne il fosforo, perchè nel giungere nuovamente in contatto coll'aria non si riaccenda (1).

Colla tendenza a combinarsi coll'ossigeno si collega la proprietà, di cui gode il fosforo, di revivificare alcuni corpi metallici, quando questi trovansi in combinazioni saline. Un bastoncino di fosforo, immerso in una soluzione di cloruro d'oro, si copre tosto d'una patina metallica, mentre esso si converte in acido fosforico e si discioglie.

La combustione rapida del fosforo nell'ossigeno ha per prodotto l'acido fosforico, corpo solido, bianco fioccoso, che attrae potentemente l'umido dell'aria e si fa liquido, che ha un sapore acido pronunciatissimo, ed arrossa vivamente la tintura del tornasole a modo degli acidi i più energici, ed in cui l'ossigeno fa le parti di componente elettro-negativo ossia di comburente; le proporzioni dei componenti di questo prodotto sono

Fosforo . . .	44,45
Ossigeno . . .	55,55
	100,00.

(1) Negli opificii nei quali si lavora il fosforo, è prudente disporre in luoghi opportuni vasi assai ampi, contenenti acqua, perchè facilmente vi possa immergere la mano, o qualunque altra parte del suo corpo, l'operaio a cui toccasse la mala sorte d'essere scottato da questa sostanza pericolosa.

Studieremo tra poco questo acido, che è quello appunto in cui per mezzo d'una operazione di riduzione si ricava il fosforo.

Il fosforo si combina facilmente col cloro, col bromo, col iodio.

In un pallone ripieno di gas cloro secco si introduca una cassolina di porcellana in cui si contenga alquanto fosforo; la combinazione avrà tosto luogo spontaneamente, senzachè sia necessario determinarla con elevazione artificiale di temperatura: vedrassi tosto il fosforo circondarsi di luce e di una fiamma pallida giallastra, mentre si produrrà cloruro di fosforo. Col iodio esso si comporta in modo analogo; un pezzo di fosforo posto a contatto con del iodio, vi si combina rapidamente, e la temperatura che in tale atto si genera basta a determinare la combustione del fosforo. Simili fenomeni si producono altresì dal bromo.

Il fosforo si unisce pure ed in più proporzioni coll'idrogeno; ne risultano composti nei quali esso fa le parti di componente elettronegativo, e che si chiamano col nome generico di fosfuri d'idrogeno. Uno tra questi si infiamma spontaneamente quando viene in contatto dell'aria, e brucia producendo acqua ed acido fosforico.

Non ci dilungheremo più oltre nell'esporre queste reazioni, i cui prodotti d'altronde non hanno veruna utilità per le arti.

Coi corpi metallici il fosforo si comporta come elettro-negativo, e con essi combinandosi forma dei fosfuri, dei quali ci tornerà in acconcio di dire alcuna cosa quando terremo discorso dei metalli.

§. 309. — La preparazione del fosforo, che ora è divenuta una importante operazione industriale, richiederebbe una particolareggiata esposizione; senonchè a ben dichiararla e comprenderla sarebbe mestieri che già fossero premesse molte nozioni, le quali debbono naturalmente trovar luogo in altra parte di questo Manuale. Basterà pertanto che qui ne esponiamo brevemente il principio, riserbandoci a più lunga e circostanziata esposizione, a cui daremo opera nella parte che si riferirà alla Chimica Organica.

Il materiale, da cui si estrae il fosforo, è la parte terrosa delle ossa. Senza entrare in troppo minuti particolari intorno a queste parti solide dei corpi animali, diremo che esse si possono considerare come composte da due parti distinte, una che è un tessuto vivente, cellulare, che ne forma la trama fondamentale; l'altra che è terrosa ed incrosta la prima, rendendola solida e resistente, sicchè valga a reggere al peso del corpo dell'animale, e

presti un valido appoggio ai muscoli che ne determinano il movimento. Prendasi un osso, si immerga nell'acido cloridrico alquanto concentrato, e vi si lasci in macerazione per qualche tempo, lo si vedrà al primo contatto coll'acido circondarsi di bollicine gasose, che sono d'acido carbonico, e farsi dopo alcuni giorni trasparente e flessibile; questa mutazione, che è più o meno rapida secondo la maggiore o minore compacità della parte ossea su cui si opera, e la maggiore o minore concentrazione dell'acido impiegato, è una sottrazione delle materie terrose solide incrostanti quella parte molle e trasparente che rimane come residuo, ed a cui esse comunicavano la naturale durezza ossea.

Si ponga in altro esperimento un osso entro un fuoco ardente di carboni; lo si vedrà tosto circondarsi di fiamma bianca e brillante, ed ardere a modo delle sostanze animali organiche: e la fiamma si continuerà per un certo tempo, finchè scacciate tutte le materie volatili che il calore è capace di svolgere, rimarrà l'osso come residuo, conservando la sua forma prima, ma nereggiante per molto carbonio interposto nella sua massa: si continui a scaldarlo tra i carboni, ed in modo che l'aria liberamente lo circondi, e si avrà dopo breve tempo spogliato interamente l'osso di tutta la materia carbonosa che dapprima lo anneriva; esso risulterà bianco, leggero, e per soprappiù facile a rompersi ed a ridursi in polvere. In questo semplice esperimento il calore e l'ossigeno dell'aria hanno decomposta e discacciata sotto forma di prodotti volatili la parte organica dell'osso, sicchè più non ne rimase che quel tanto che il calore e l'ossigeno non valgono ad alterare, cioè le sostanze terrose che incrostavano la parte organica. Egli è a questo residuo della combustione delle ossa che si dà il nome di *ceneri delle ossa*. Questo materiale si trova essenzialmente composto da carbonato e fosfato di calce, e da poca quantità di altre sostanze saline. La quantità del carbonato ascende a 20 %, quella del fosfato a 70 %.

Nel fosfato di calce trovasi il fosforo allo stato di acido fosforico, e combinato colla calce, nella ragione di acido fosforico 46,15, calce 53,85.

Allorquando si mesce la cenere d'ossa con acido solforico, ha luogo una reazione per la quale $^2/_3$ della calce che è combinata coll'acido fosforico, se ne separano e si uniscono coll'acido solforico, formando solfato di calce, sale poco solubile nell'acqua. $^1/_3$ della calce rimane

ancora in combinazione con l'acido fosforico, e forma con esso un composto solubile, chiamato *fosfato acido di calce*, il quale contiene:

Acido fosforico	72,00
Calce	28,00
	100,00

Egli è da questo composto che riesce facile l'estrarre il fosforo.

Pertanto a preparare il fosfato acido di calce si prendono 6 parti in circa di ceneri d'ossa, sottilmente polverizzate, e si pongono in un recipiente di gres o di piombo, si bagnano con sufficiente quantità d'acqua bollente, sicchè ne risulti una poltiglia liquida, quindi vi si aggiungono a poco a poco 4 o 5 parti d'acido solforico concentrato. Al primo contatto dell'acido una viva effervescenza si produce nel miscuglio, originata dalla decomposizione del carbonato di calce che accompagna il fosfato. Per ciò giova non versare tutto ad una volta l'acido sulla cenere d'ossa, ma sì a riprese e ad intervalli sufficienti perchè non troppo tumultuosa riesca l'effervescenza. Si abbandona il miscuglio per qualche tempo in luogo alquanto caldo, rimestandolo di quando in quando: poi si separa, o per decantazione o per filtrazione, il liquido limpido dalla posatura.

Nel liquido si contiene fosfato acido di calce con poco solfato. La posatura è di solfato di calce, il quale vuol essere lavato con acqua perchè se ne esporti quanto di fosfato acido di calce ancora gli sta mescolato.

Il liquido così preparato si evapora lentamente in un vaso di porcellana od anche di rame fino a consistenza di sciroppo. Poscia vi si aggiunge il 20 °|₀ del suo peso di polvere di carbone vegetale, con cui si impasta, e si continua a scaldare, protraendo l'operazione finchè la massa diventi secca. Quest'ultima operazione si fa acconciamente entro una caldaia di ferro. La temperatura deve andar crescendo fino a rosso bruno.

Terminata quest'operazione si procede all'estrazione del fosforo, per la quale è necessario sottoporre la massa ottenuta ad una temperatura molto elevata. Questa decomposizione si eseguisce entro storte di gres o di terra refrattaria, alle quali si adatta un refrigeratore in cui si raccoglie il fosforo. L'apparecchio è rappresentato dalla *figura* 225. Entro la storta A si pone quanto di miscuglio polverizzato si richiede per riempirne il ventre, senza giungere al livello

del collo, e ciò affinchè la materia rigonfiandosi sotto l'azione del calore non vada a mescolarsi col prodotto. La storta deve essere di buona terra refrattaria, ed all'uopo coperta di un luto d'argilla e sabbia. Essa si colloca in un fornello in cui si possa fare un fuoco assai gagliardo. Al collo della storta si unisce un'allunga di rame C ricurva, la quale dirigendosi in basso viene a penetrare entro un fiasco B di vetro, con collo assai largo, e contenente acqua, in cui s'immerge,

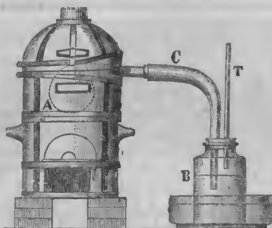


fig. 225

ma solo di qualche millimetro, l'orifizio dell'allunga. Il collo del fiasco è chiuso con un turacciolo di sovero, munito di due fori; uno più ampio, per cui passa l'allunga, l'altro più stretto, a cui si adatta una cannuccia di vetro T. Il fiasco sta immerso entro un catino contenente acqua fredda.

Così disposto l'apparecchio si fa fuoco entro il fornello, moderato in sul principio, poscia più e più forte. La decomposizione è segnata da sviluppamento di gas combustibili, i quali attraversano il sottil velo d'acqua che sovrasta all'orifizio dell'allunga, ed escono quindi pel tubo T, e si infiammano spontaneamente: frattanto cola per l'allunga entro l'acqua il fosforo che distilla, e si rapprende in fondo del recipiente. Lo svolgimento dei gas accompagna continuatamente la distillazione del fosforo, e dal suo cessare si giudica che l'operazione è terminata. A questo segno si sospende il fuoco e tosto si stacca il recipiente B per estrarne il fosforo. Nella storta, compiuta l'operazione, si rinviene una massa fusa, nera ancora per un residuo di carbone superstite, ma essenzialmente composta da un fosfato di

calce, il quale per la sua composizione differisce dal fosfato basico delle ossa, e dal fosfato acido che si sottopose alla decomposizione: esso infatti ritiene $^1/_2$ dell'acido fosforico che si conteneva nel fosfato acido, ed è composto da

Acido fosforico	56,25
Calce	43,75
	100,00

Il fosforo così ottenuto è misto con un corpo rossiccio, che è un composto ossigenato chiamato *ossido di fosforo*. Per separare questi due corpi si pratica una filtrazione attraverso ad una tela, operazione questa che esige qualche precauzione. Si pone il fosforo impuro in un sacchetto di tela fitta, che si lega strettamente con una funicella. Posto il sacchetto in un vaso in cui si contenga acqua calda e quasi bollente lo si comprime con pinzette; così il fosforo schizza attraverso le maglie della tela mondato da ogni bruttura.

Fusibile quale è a non molto alta temperatura, e solido alla temperatura ordinaria, il fosforo si presta facilmente come la cera ad essere configurato in molte e diverse guise a seconda dei bisogni dell'industria. Ordinariamente esso si conforma in cilindretti di 5 o 6 millimetri di diametro. Come ciò si faccia il vedremo quando parleremo della fabbricazione industriale di questo corpo; ci sarà pure facile in allora il comprendere le applicazioni diverse alle quali si presta questo corpo.

FOSFORO ED OSSIGENO.

§. **310.** — Il fosforo si combina in molte proporzioni coll'ossigeno: di queste una è neutra ed è l'ossido di fosforo, le altre sono tutte acide.

OSSIDO DI FOSFORO $Ph^2O = 900$.

§. **311.** — Pongasi del fosforo in fondo ad un alto e stretto bicchiere, e questo tosto si riempisca quasi totalmente con acqua a temperatura tale che il fosforo siavi mantenuto in fusione permanente.

Entro al bicchiere s'immerga un tubo di vetro il quale comunichi con un apparecchio, qualunque esso sia, da cui si sprigioni gas ossigeno. Il tubo deve immergersi col suo orifizio entro lo strato che forma sotto l'acqua il fosforo liquefatto. Disposte le cose in tal guisa si spinga il gas ossigeno ad attraversare il fosforo. Ogni gallozzola di questo gas produrrà una luce viva, e contemporaneamente si vedrà staccarsi dal fosforo una sostanza rossiccia amorfa, la quale verrà spinta dal moto impressole a nuotare sospesa nell'acqua. Continuando l'operazione si scorgerà scemarsi la massa del fosforo liquido ed invece accrescersi le lamelle rossiccie, le quali formeranno nell'acqua uno strato assai alto.

Questo prodotto, ingenerato per dir così da una incompiuta combustione del fosforo, è l'ossido di questo metalloide. Esso è impuro, perchè sempre va unito con alquanto fosforo non ossidato. Si può tuttavia facilmente purificare, asciugandolo col comprimerlo frammezzo a carta da filtro, e lavandolo quindi con solfuro di carbonio, il quale scioglie il fosforo non ossidato, e lascia intatto l'ossido (1).

Quest'ossido ha un colore rosso di minio, si conserva nell'aria inalterato anche alla temperatura di $+300$, poscia si infiamma assorbendo ossigeno e convertendosi in acido fosforico.

V'ha chi crede che alla formazione di questo corpo debbasi attribuire il coloramento in rosso che presenta il fosforo quando immerso nell'acqua viene sottoposto all'azione diretta dei raggi solari.

La composizione di quest'ossido è di

Fosforo	88,89 °/o
Ossigeno	11,11
	100,00.

Quando la sua composizione si voglia esprimere coi numeri equivalenti dei suoi componenti, si troverà che una quantità di esso che contenga 100 di ossigeno ossia 1 equiv. contiene 800 di fosforo. I chimici s'accordano generalmente nel ritenere per equivalente del fosforo il numero 400, onde la composizione dell'ossido di fosforo risulta da

Fosforo . : . . .	2 eq.	$=2\times400=800$
Ossigeno	1 eq.	$=100=100$
		900

(1) I chimici conoscono una modificazione isomerica dell'ossido di fosforo, la quale ha un colore giallo.

ACIDO FOSFOROSO $PhO^3=700$.

§. **312**. — Quando si abbandona il fosforo a sè alla temperatura ordinaria in contatto dell'aria umida, lo si vede circondarsi ben tosto da una nubecola di un vapore denso, il quale, se l'aria non sia agitata, cade verticalmente formando una lunga striscia. Se si osserva il fosforo in tale stato nella oscurità, si vede che esso è circondato da un'aureola di una pallida luce. Prolungando l'esperienza il fosforo si copre di uno strato liquido che se ne distacca di quando in quando in gocciole; esso frattanto sensibilmente si consuma a misura che cresce la quantità del liquido generato, il quale ha una reazione acida pronunciatissima. Il concorso dell'ossigeno dell'aria è necessario perchè questi fatti succedano. In uno spazio circoscritto, il fosforo si modifica nel modo accennato, ma solo fino al punto in cui tutto l'ossigeno dell'aria sia consunto, poi si conserva inalterato.

Si possono ottenere quantità assai ragguardevoli di questo composto ponendo sopra un imbuto di vetro un certo numero di cilindretti di fosforo, disposti a raggi, collocando l'imbuto sul collo di un fiasco contenente una piccola quantità d'acqua, e coprendo il tutto con una campana assai ampia di vetro (*fig.* 226). L'acido che si forma gocciola pel collo dell'imbuto, e si raccoglie nel fiasco. Questa operazione è talvolta accompagnata da tale elevazione di temperatura che



fig. 226



fig. 227

il fosforo si accende; perciò è mestieri di usare una precauzione, di separare cioè i cilindretti di fosforo gli uni dagli altri, collocandoli ciascuno in un tubetto di vetro *a b* (*fig.* 227) affilato ad uno degli

estremi, cioè in *b*. L'uso di questi tubetti è quello di isolare i bastoncini di fosforo, e d'impedire che la loro temperatura si elevi al punto da determinarne l'accensione. Quando dopo un soggiorno più o meno lungo del fosforo sotto la campana si vede scemata la produzione del fumo bianco d'acido fosforoso, è mestieri rinnovar l'aria, rimuovendo per qualche istante la campana, e poi riponendola.

Nel liquido così ottenuto si rinviene un acido particolare del fosforo, la cui composizione risulta, in cento parti, da

Fosforo	57,14
Ossigeno	42,86
	100,00

Esso è in combinazione coll'acqua, e non se ne può separare per via di concentrazione mercè il calore, senza che questa si decomponga, ed esso si muti in acido fosforico. In contatto dell'aria esso si combina con nuovo ossigeno e passa allo stato d'acido fosforico.

Il medesimo acido si genera quando si brucia fosforo in una tenue quantità d'ossigeno, il che si ottiene scaldando fosforo entro un tubo di vetro affilato a'suoi due estremi, e spingendo entro il tubo stesso una lentissima corrente d'ossigeno. L'acido che così si produce è lo stesso che quello che si prepara col metodo precedentemente descritto, ma non è combinato con acqua, e chiamasi acido fosforoso anidro.

Dalla composizione superiormente allegata, tradotta in equivalenti, si ha per l'acido fosforoso la composizione seguente:

Fosforo 1 eq. =	400
Ossigeno 3 eq. =	300
1 eq. d'acido fosforoso	700

La sua formola è adunque PhO^3, ed è questa appunto che si accorda colla composizione dei fosfiti (1).

(1) L'acido che si genera dalla combinazione lenta del fosforo nell'aria umida venne da alcuni chimici chiamato acido fosfatico: si rinvenne in esso contemporaneamente acido fosforoso ed acido fosforico, e si tenne che esso fosse un composto dell'uno e dell'altro. Forse quel tanto d'acido fosforico che si trovò era il prodotto di una sopra ossidazione dell'acido fosforoso; il che tuttavia non toglierebbe la possibilità di una combinazione dei due acidi il fosforico ed il fosforoso.

ACIDO FOSFORICO, $PhO^5=900$.

§. 313. — Già abbiamo detto più volte che quando il fosforo arde vivamente nel gas ossigeno o nell'aria, si converte in una sostanza che chiamasi acido fosforico, e la cui composizione in 100 si rappresenta da

Fosforo	44,45
Ossigeno	55,55
	100,00

§. 314. — A procurarsi una quantità di questo corpo sufficiente per istudiarne le proprietà, basta porre entro una cassolina collocata nel centro di un piatto assai grande un pezzo di fosforo, darvi fuoco, e quindi coprirlo con una campana spaziosa di vetro (fig. 228).

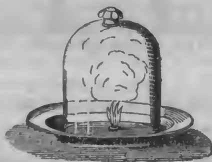


fig. 228

Il fosforo bruciando produrrà acido fosforico, il quale farà una crosta leggera sovra le pareti della campana. L'acido così ottenuto è una materia bianca polverosa, che facilmente si distacca dalla parete della campana, che compressa si aggomitola e si riunisce in massa come la neve recentemente caduta. Avidissimo d'acqua, esso non può rimanere neanche per poco in contatto dell'aria senza attrarne umidità, e farsi quindi liquido. Gettato nell'acqua vi stride come un ferro rovente, segno questo di produzione ragguardevole di calore, e di una combinazione che esso contrae coll'acqua. Questo fatto ci fa rammentare d'una simile reazione dell'acido solforico anidro (§. 216).

§. 315. — Quando si bramasse preparare acido fosforico anidro in quantità ragguardevole, potrebbesi adoperare l'apparecchio rappresentato dalla *fig.* 229.

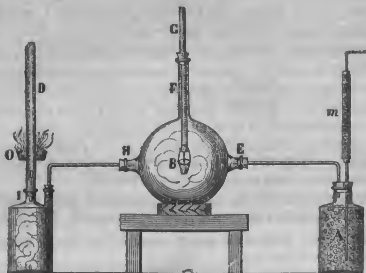


fig. 229

Sopra un sostegno si colloca un pallone di vetro di assai grande capacità, munito di due tubulature H ed E; pel collo F, che trovasi situato verticalmente, si fa passare un tubo di vetro G assai lungo, il cui estremo inferiore, che apresi nel centro del pallone, porta sospesa col mezzo di alcuni fili metallici una cassolina, od un crogiuolino di terra; l'estremo esterno di questo stesso tubo deve essere munito d'un turacciolo che lo possa chiudere esattamente. All'una delle tubulature E del pallone si unisce una cannuccia di vetro, la quale si connette con un fiasco assai grande A ripieno di cloruro di calcio, al cui collo è adattato un turacciolo per cui passa non solo l'estremo curvo della cannuccia suddetta, ma altresì l'estremo inferiore del tubo *m*, che è ripieno di cloruro di calcio, e che penetrato entro il fiasco A vi penetra fino quasi a contatto del fondo. All'altra tubulatura H del pallone si adatta un'altra cannuccia, che si unisce ad una bottiglia a due colli. Al collo più ampio di questa I si unisce un tubo di rame D assai alto, il quale è circondato in O da un serbatoio circolare, in cui si pone dello spirito di vino.

Disposto l'apparecchio, s' introduce pel tubo G entro la cassola B un pezzo di fosforo, che tosto si accende toccandolo con un filo di ferro rovente, che si fa passare pel tubo medesimo G, che tosto si chiude. Ciò fatto si accende lo spirito di vino del serbatoio O; la fiamma che questo produce scalda il tubo di rame D, e vi determina una corrente d'aria ascendente ed un' aspirazione d'aria, la quale passando pel tubo *m* nel vaso A, si essica compiutamente, e poscia entrando nel pallone vi alimenta la combustione del fosforo che si converte in acido fosforico. L'azoto residuo dell'aria esce pel tubo D, e si disperde nell'atmosfera. Quando si osserva quasi consumato il fosforo della cassola B, si apre il tubo G, e per esso s' introduce nella cassola un nuovo pezzo di fosforo, che a sua volta arde e si muta in acido fosforico. Con tale apparecchio si ottiene in breve tempo una ragguardevole quantità d'acido fosforico.

Sciolto nell'acqua, l'acido fosforico fornisce un liquido il quale ha sapore schiettamente acido, arrossa vivamente la tintura di tornasole, ed opera a modo degli acidi potenti sopra le basi (ossidi metallici), decompone i carbonati ecc.

In questo liquido pertanto sta sciolto l'acido fosforico, in più o meno ragguardevole proporzione d'acqua. Se pongasi questo liquido entro una cassola di platino, e si evapori lentamente, se ne scaccierà l'acqua, ed a misura che progredirà l' evaporazione prenderà una densità sempre maggiore, da liquido sciolto si farà alquanto sciropposo, quindi vischioso, e finalmente acquisterà la consistenza del vetro in fusione, nè più potrà tenersi allo stato di liquidità, che col soccorso di una temperatura corrispondente al calore rosso. Il corpo che si otterrà in tal guisa, lasciato a spontaneo raffreddamento, si conserverà trasparente, di gran durezza, fragile, e capace d'essere ridotto in polvere, nè per quanto s'ingegni il chimico per ridurlo alla condizione del primitivo acido fosforico, potrà riuscire nell'intento. La cosa torna facile a spiegarsi quando si ravvisi in quest'acido una combinazione dell' acido fosforico bianco e fioccoso, ed anidro, con una determinata quantità d'acqua. La composizione infatti dell'acido vetroso arroventato fortemente, risulta da

Acido fosforico . .	88,88
Acqua	11,12
	100,00

il qual fatto richiama alla memoria quegli altri analogi che già ci presentarono l'acido solforico e l'acido cloridrico.

La composizione testè accennata si può rappresentare coi numeri equivalenti, e quando per l'acido fosforico si prenda il numero 900, che è il suo equivalente, si troverà che nell'acido vetroso esso si combina con una quantità d'acqua che si esprime dal suo equivalente 112,5. È adunque questo corpo l'acido fosforico monoidratato.

L'acido fosforico vetroso è solubile nell'acqua, e lasciato lungo tempo in contatto dell'aria si fa liquido. Talvolta in tali condizioni si copre di cristalli, nei quali l'analisi dimostrò una composizione diversa da quella dell'acido fosforico vetroso, in quantochè, per la medesima quantità d'acido fosforico supposto anidro, contiene doppia proporzione d'acqua. Esso infatti ha la seguente composizione:

Acido fosforico . .	80,00
Acqua	20,00
	100,00

La quale trasformata in equivalenti ci dà

Acido fosforico	1 eq. =	900
Acqua	2 eq. =	225

questo corpo è adunque il biidrato d'acido fosforico.

L'acido fosforico biidratato, per più lungo contatto coll'acqua prende nuova quantità di questo corpo in combinazione, e si converte in acido fosforico triidratato: è quest'acido ancora capace di cristallizzazione, e la sua composizione risulta da

Acido fosforico . .	72,72
Acqua	27,28
	100,00

La quale composizione tradotta in equivalenti è

Acido fosforico	1 eq. =	900
Acqua	3 eq. =	337,5
		1237,5

§. **316**. — Lo studio dell'acido fosforico e de'suoi gradi d'idratazione, ha dimostrato un fatto singolare, che cioè quest'acido nel combinarsi colle basi salificabili, prende, a seconda della sua diversa idratazione, quantità diverse di base, cioè che 1 equivalente d'acido fosforico supposto anidro, si unisce con 1 o 2 o 3 equivalenti di base, secondochè esso si trova prima della combinazione unito ad 1 o 2 o 3 equivalenti d'acqua, la quale perciò determina il potere saturante dell'acido fosforico; onde i tre acidi idratati che abbiamo descritti, presero diversi nomi, e si chiamò il primo acido fosforico monobasico od acido metafosforico, il secondo acido fosforico bibasico o pirofosforico, il terzo acido fosforico tribasico od acido fosforico. La soluzione d'acido fosforico tribasico può ricondursi all'acido fosforico monobasico scacciandone l'acqua coll'evaporazione, e fondendo il residuo, il quale allora trovasi composto soltanto da 1 equiv. d'acido fosforico ed 1 eq. d'acqua.

Queste considerazioni verranno nuovamente in campo quando studieremo i fosfati.

§. **317**. — A preparare acido fosforico ci siamo valsi finora della combustione del fosforo. Ma egli si comprende come questo modo di procedere tornerebbe incomodo e dispendioso quando si volessero ottenere quantità ragguardevoli di questo corpo. Una via più semplice per giungere all'intento ci si para d'innanzi nella decomposizione del fosfato di calce che la natura così abbondantemente ci ha fornito nelle ossa degli animali.

Si prendono per tale oggetto 100 parti di ossa calcinate e ridotte in polvere sottile, ad esse si aggiunge acqua calda per convertirle in liquida poltiglia, quindi 66 parti d'acido solforico concentrato, il quale vuol essere aggiunto a poco a poco per evitare una troppa viva effervescenza. Si forma nel miscuglio solfato di calce insolubile, il liquido ritiene fosfato acido di calce. In questo liquido si versa ammoniaca in eccedenza: questa vi determina un precipitato in cui la calce trovasi combinata con 1|3 di quell'acido fosforico che la costituiva allo stato di fosfato acido, e che ha perciò la composizione del fosfato di calce delle ossa; 2|3 dell'acido fosforico si trovano nel liquido in combinazione con l'ammoniaca. Questo si evapora fino a consistenza di sciroppo, quindi si sottopone a forte calore entro una cassola di platino. L'ammoniaca si separa sotto l'azione del calore dall'acido fosforico, e questo rimane come residuo allo stato d'acido monoidra-

tato o d'acido metafosforico, il quale sciolto nell'acqua, a poco a poco passa a gradi superiori d'idratazione, convertendosi in acido biidratato, e finalmente in acido triidratato.

Nell'evaporare la soluzione dell'acido fosforico, entro un vaso di platino, è necessario avere gran cura che in contatto dell'acido non venga verun corpo organico: infatti l'acido fosforico, quando sia sottoposto a temperatura molto elevata in presenza del carbonio, cede a questo il suo ossigeno, e si riduce in fosforo. La qual mutazione quando avvenisse in contatto del platino, avrebbe per immediata conseguenza la formazione di fosfuro di platino, ed un guasto irreparabile dello strumento.

FOSFORO ED IDROGENO.

§. 318. — Poche parole dobbiamo dire delle combinazioni del fosforo coll'idrogeno. Se ne conoscono tre, una solida, una liquida ed una gasosa. Queste due ultime si sviluppano talvolta unite, ed allora costituiscono quel singolare composto che si conosce sotto il nome d'*idrogeno fosforato*, il quale si caratterizza specialmente per la proprietà di accendersi spontaneamente quando viene a contatto coll'ossigeno.

Prendasi della calce idratata, e si bagni con acqua fino a darle la consistenza d'una molle poltiglia; quindi vi si aggiunga alquanto fosforo ridotto in polvere, e con esso si mesca rimestandola convenientemente. Introducasi il miscuglio in un palloncino (fig. 230) a cui

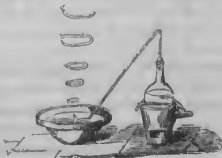


fig. 230

si unisca quindi un tubo abduttore che peschi in un bagno d'acqua: si scaldi il palloncino; un corpo gasoso si sprigionerà tosto, il quale attraverserà l'acqua a bolle a bolle. Queste, non appena s'incontreranno coll'aria atmosferica, si accenderanno spontaneamente con una fiamma bianca lucente, e produrranno un fumo denso, che a guisa di cerchio s'innalzerà da ciascuna d'esse, conservando per qualche tempo la forma circolare, allargandosi, e quindi dileguandosi.

Come si produca questo gas non è mestieri che il dichiariamo pel minuto. Diremo tuttavia, che parte del fosforo si converte in un acido che satura la calce e che chiamasi acido ipofosforoso, onde ha origine ipofosfito di calce: che ciò si fa mercè l'ossigeno dell'acqua la quale si decompone, ed il cui idrogeno si unisce ad un'altra parte del fosforo per formare il gas idrogeno fosforato, che in termine chimico chiamasi *fosfuro d'idrogeno*.

La combustione di questo gas ha per effetto la produzione contemporanea di vapore acquoso e d'acido fosforico, ed è questo il corpo che produce il fumo bianco che corona le gallozzole gasose a misura che esse si rompono e si infiammano. L'idrogeno fosforato spontaneamente infiammabile è un misto del fosfuro d'idrogeno liquido col fosfuro d'idrogeno gasoso.

Generasi questo corpo dalla putrefazione dei corpi organici animali. Nelle paludi di alcune regioni d'America frequenti si scorgono uscire dal suolo fiammelle di questo gas. Nei cimiteri, principalmente nella stagione più calda, siffatto spettacolo si presenta, ed atterrisce gl'ignari e superstiziosi, che attribuiscono quei bagliori, detti *fuochi fatui* e *fuochi folletti*, ad una cagione soprannaturale, mentre essi non sono che la natural conseguenza del putrefarsi dei corpi sepolti.

Boro, Bo=136.

§. **319**. — Il boro si trova in combinazione coll'ossigeno in un acido, di cui parleremo tra poco, l'*acido borico o boracico*. Questo acido opportunamente deacquificato e ridotto in polvere, e misto con potassio, quindi scaldato in un tubo di vetro chiuso ad uno dei suoi estremi, si decompone, cede il suo ossigeno al potassio convertendolo in potassa, sicchè ne rimane per residuo il suo radicale,

cioè il boro; polvere bruna, infusibile a calor rosso, combustibile, capace cioè di combinarsi sotto l'influenza del calore coll'ossigeno quando si scaldi in contatto con esso; nel qual caso ripristina l'acido borico da cui derivò.

Boro ed ossigeno.

Acido borico, $BrO^3 = 436$.

§. **320**. — Il commercio ci fornisce assai gran copia di una sostanza salina, la quale, conosciuta sotto il nome comune di *borace*, chiamasi dai chimici *borato di soda*.

Prendasi 1 parte di questo sale, e si sciolga in 4 parti d'acqua bollente, poscia alla soluzione, resa se è d'uopo limpida per mezzo di filtrazione, si aggiunga acido solforico concentrato, $^1/_3$ in peso del sale impiegato. Abbandonato il miscuglio a lento raffreddamento deporrà abbondanti lamelle cristalline bianche splendenti d'acido borico, le quali, toltone il liquido in cui si precipitarono, si purificano col lavarle con acqua fredda.

L'acido borico così ottenuto ritiene per lo più interposta ed aderente con pertinacia una quantità apprezzabile d'acido solforico. Per purificarlo giova ridiscioglierlo nell'acqua bollente, e nuovamente ricuperarlo in cristalli per raffreddamento.

§ **321**.—L'acido borico puro è bianco, inodoro, ha un debolissimo sapore acido, ha reazione acida sopra le carte reagenti, ma debolissima, talchè non cagiona sulla carta tinta col tornasole che quel rosso violaceo che si produce dagli acidi più deboli, e che i Francesi chiamano *rosso vinoso*, distinto assai dal colore che sulla medesima carta ingenererebbero l'acido solforico, il nitrico, il cloridrico ecc. Una soluzione debole d'acido borico nell'acqua colora in rosso bruno la tintura di curcuma; a modo quasi dei corpi alcalini. È poco solubile nell'acqua, e meno a freddo che a caldo. L'acqua a $+10^0$ non ne scioglie che $^3/_{100}$ del suo peso, a $+100$ ne scioglie $^{7,9}/_{100}$. La soluzione calda lo depone in parte col raffreddamento allo stato cristallino.

L'acido borico è solubile sensibilmente nell'alcool e nello spirito

di legno, i quali veicoli acquistano per questo fatto la proprietà di bruciare con fiamma verde. È questo uno dei caratteri pei quali si riconosce facilmente l'acido borico. Per riconoscere questo carattere si pone alquanto acido borico in polvere in una cassolina di porcellana, e sopra vi si versa alquanto alcool, a cui tosto si dà fuoco. La fiamma che questo produce apparisce tosto colorata in verde, specialmente sui suoi lembi esterni, e la tinta si rende più manifesta quando si agita l'alcool in combustione col mezzo di un bastoncino di vetro. Questa proprietà dell'acido borico si riconosce altresì quando s'introduce una piccola quantità di quest'acido entro il dardo che si ottiene spingendo aria, col mezzo del cannello, nella fiamma d'una candela o d'una lampada ad olio (§. 189). L'acido essendo nel centro della fiamma, e meglio nella sua zona luminosa, osservasi la zona esterna della medesima colorarsi tosto in verde. È questo un carattere, col cui mezzo è facile riconoscere l'acido borico isolato, ed anche l'acido combinato colle basi, nel qual caso è d'uopo bagnare il borato con poco acido solforico prima d'introdurlo nella fiamma.

L'acido borico cristallizzato non è puro acido borico, ma tiene in combinazione una certa quantità d'acqua, la quale è in proporzione costante e definita, talchè la composizione dei cristalli si può rappresentare per

Acido borico	56,40
Acqua	43,60
	100,00

ossia dalla formola $2BrO^3+6HO$.

Quando si sottopongono questi cristalli ad una temperatura di $+100°$ continuata per qualche tempo, essi perdono $1/2$ esattamente dell'acqua che essi contengono, e prendono la seguente composizione:

Acido borico	72,10
Acqua . .	27,90
	100,00

la quale si rappresenta dalla formola $2BrO^3+3HO$.

L'acido borico deacquificato fino a questo segno, se si scalda a temperatura maggiore, si strugge nella sua acqua di cristallizzazione, e bolle siccome corpo perfettamente liquido, mentre l'acqua se ne

sprigiona: verso il termine dell'operazione, quando cioè l'acqua è quasi tutta discacciata, l'acido si fa tenace, e si rigonfia a modo di schiuma leggera, la quale per maggior forza di calore ritorna a farsi liquida, e prende l'aspetto del vetro fuso: esso cioè si fa tenace, si può trarre in fili sottili, col raffreddamento si solidifica, e prende ragguardevole durezza, fragile tuttavia, e conservando una perfetta limpidità, e rimanendo, se puro, compiutamente incoloro quale il vetro bianco. L'acido borico si mostra in ciò analogo all'acido fosforico.

L'acido vetroso, compiutamente deacquificato, è composto esclusivamente da

Boro	31,19
Ossigeno . . .	68,81
	100,00

la sua formola è BrO^3.

§. **322**. — Questo corpo è fisso a qualunque benchè elevatissima temperatura. A questo proposito è mestieri facciamo parola d'un fatto singolare, la cui conoscenza ci spiega in parte alcuni fenomeni naturali, che accompagnano la produzione di quest'acido, e dei quali terremo discorso tra breve.

Allorquando si deacquifica l'acido borico col mezzo del calore, se ne sprigionano vapori acquosi, i quali trascinano con sè una notevole quantità d'acido borico. Quei vapori hanno una reazione acida, e se l'operazione si fa in modo da condensarli e ricuperarli allo stato liquido, vi si rinviene l'acido borico allo stato di soluzione. Questo fatto si avvera egualmente quando si distilli una soluzione d'acido borico vuoi nell'acqua vuoi nello spirito di vino.

L'acido borico vetroso e limpido, abbandonato a sè anche in recipiente chiuso, si fende in mille versi, e perde così la sua limpidità. Mentre si screpola esso manda sprazzi di luce.

La soluzione d'acido borico, e l'acido borico anidro, godono di reazioni acide. Saturando infatti la soluzione d'acido borico, con potassa, con soda, si ottengono i borati di queste basi; lo stesso effetto puossi ottenere sostituendo alle basi sovrannominate i loro carbonati.

Per via secca l'acido borico si comporta come un acido molto potente. Esso non solamente si combina direttamente colle basi, ma decompone i sali che queste formano unite cogli acidi anche somma-

mente energici, quale sarebbe l'acido solforico. Così l'acido borico scaldato in un crogiuolo con solfato di potassa o di soda, si combina colla base di questi sali, e ne discaccia l'acido solforico, il quale si sprigiona decomponendosi in acido solforoso ed ossigeno.

I composti che l'acido borico fa colle basi sotto l'influenza del calore sono pel maggior numero capaci di fondersi in un vetro trasparente, che sotto un lento raffreddamento passa allo stato vischioso, quindi si solidifica conservando la sua limpidità. I vetri ottenuti in tal guisa sono spesso colorati, ed i loro colori sono caratteri dai quali il chimico giudica della natura dell'ossido metallico con cui l'acido si è combinato. Così coll'ossido di cobalto si colora l'acido borico in azzurro, col sesquiossido di ferro in giallo ecc.

L'acido borico torna utile alle arti specialmente quando è combinato colle basi, ed in particolar modo colla soda. Discorreremo a suo tempo della composizione dei borati e della loro fabbricazione. Frattanto gioverà ora che a compiere la storia di questo acido esponiamo i particolari della sua estrazione in grande, industria questa che, quantunque esercitata da mano straniera, è tuttavia una delle più belle a cui presti materia il suolo italiano.

§. **323.** — La natura fornisce l'acido borico in combinazione colla soda in molti luoghi. L'India, la Cina, la Persia, la Tartaria meridionale, l'isola di Ceylan, posseggono sorgenti d'acque, nelle quali sta in soluzione il borato di soda, che per lungo tempo fu il solo composto da cui il chimico estraesse l'acido borico.

Nel 1776 Hoefer e Mascagni riconobbero l'acido borico in alcune regioni delle maremme di Toscana, nelle acque, e nella melma dei così detti *lagoni*.

Il terreno dove questi si presentano è formato da un fango molle e sciolto, continuamente agitato da un movimento come di bollizione, che gli viene impresso da un continuo sviluppamento di vapore acquoso che si estrica dal seno della terra, e che erompendo produce un forte rumore che si fa sentire anche a grandi distanze. Erompe con grande impeto il vapore acquoso da spaccature, onde è diviso il suolo, che chiamansi *soffioni*, e vinta la resistenza del fango che sovrasta si spande nell'atmosfera. L'acqua onde è immollata la terra, contiene acido borico, come ne contiene altresì il fango che il vapore attraversa.

Questi fatti singolari, che si collegano coi fenomeni vulcanici

così frequenti nella nostra penisola, sono rimarchevoli specialmente nelle regioni di Monte Cerboli, Larderello, San Federigo, Sasso, Monte Rotondo, Lustignano, Serrazzano e Lago.

Il terreno da cui escono gli sbuffi di vapore sopraccennati, è un calcare compatto: svolgonsi insieme al vapor d'acqua prodotti gasosi, cioè acido solfidrico, acido carbonico, azoto ed ossigeno (1). L'acqua che riceve e condensa i corpi solubili, contiene coll' acido borico numerosi composti salini, cioè solfati di calce, di magnesia, d'ammoniaca, cloruro di ferro; oltracciò acido cloridrico, materie organiche, ed un olio essenziale.

Payen osservò che il vapore d'acqua, che erompe dai soffioni, non contiene acido borico se non quando esso è accompagnato da acqua liquida, la quale penetrata entro le viscere della terra a qualche profondità, ne vien quindi lanciata fuori insieme col vapore.

L'osservazione del complesso dei fatti accennati condusse pertanto allo stabilimento dell'industria per la quale divenne l'estrazione dell'acido borico facile e produttiva.

Sul terreno d' onde scaturiscono le sorgenti di vapore finora descritte, si costrussero bacini, o vasche, con pareti di mattoni cementati con argilla; si scelsero per queste costruzioni quei luoghi nei quali numerosi si presentavano i soffioni, e si fece in modo che il fondo di ciascuna vasca ne comprendesse due, o tre, o maggior numero, e che in ciascuna d'esse si potesse condurre acqua che le riempisse e vi si potesse saturare d'acido borico. Nei luoghi declivi si disposero molte vasche, le une sovrastanti alle altre. La *fig.* 231 rappresenta lo spaccato di 3 vasche AB-CD-EF, e dei soffioni che in esse vengono ad aprirsi. Si scorge nella figura medesima, come collocate essendo le vasche su d'un piano inclinato, siasi potuto farle comunicare le une colle altre per via di condotti *a b c*, e tubi di legno, col mezzo dei quali si può a volontà far fluire il liquido con-

(1) Le analisi del sig. Payen danno la seguente composizione dei gas compagni al vapore acquoso.

Acido carbonico.	0,5730
Azoto.	0,3480
Ossigeno	0,0657
Acido solfidrico	0,0135
	1.0000

fig. 231

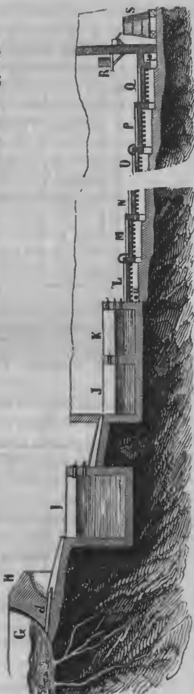


fig. 232

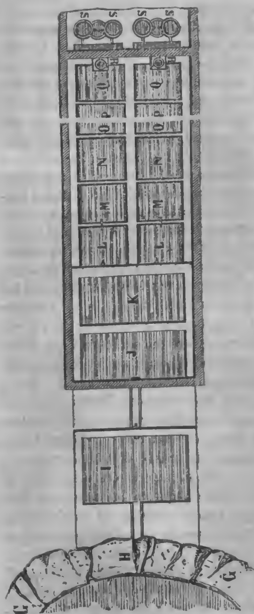


fig. 233

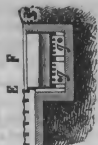




fig. 234

tenuto nella prima vasca entro la seconda, quindi nella terza e nelle seguenti. Talvolta si hanno 5 e 6 vasche per ciascuna serie.

Egli si comprende facilmente in qual modo con siffatta disposizione si ottenga una soluzione d'acido borico. Introdotta infatti l'acqua entro le vasche, tosto essa trovasi in contatto colle esalazioni che vi si spingono dai soffioni: pare anzi che una parte dell'acqua stessa si introduca entro i soffioni medesimi, ed in essi si sprofondi notevolmente scorrendo lungo le loro pareti: ma poco stante essa vien respinta dalla corrente dei gas e dei vapori, e ricondotta nella vasca (1). La disposizione delle vasche che abbiamo accennata, permette di travasare l'acqua dell'una entro quella che le è immediatamente sottoposta. Introdotta pertanto l'acqua entro la vasca AB vi si lascia soggiornare 24 ore, quindi per mezzo del canale *a* si travasa nella seconda vasca CD, e dopo 24 ore ancora di soggiorno in questa si travasa nella terza EF, e così di seguito. L'acqua a questo punto tiene sciolta una ragguardevole quantità d'acido borico, ma insieme con esso materiali molti in sospensione, altri in soluzione. Essa non segna che 1,5 all'areometro, ed è lontana dal punto di saturazione, a cui è d'uopo condurla perchè se ne separi l'acido borico. A toglierne le materie sospese, si conduce la soluzione entro un primo serbatoio I (*fig.* 232), quindi in due altri J e K, nei quali col riposo si rischiara. Il liquido limpido si travasa nelle caldaie evaporatrici.

L'evaporazione e concentrazione della soluzione faceasi, nei primi tempi dello stabilimento di questa industria, entro caldaie scaldate con combustibile vegetale: la spesa, che per tale oggetto rendevasi necessaria, accresceva grandemente il prezzo di fabbricazione, e scemava il profitto a segno tale che l'industria era minacciata di rovina. Un mezzo facile per ovviare a questo inconveniente gravissimo si trovò nel sostituire al calore prodotto dal combustibile, quello del vapore medesimo che scaturiva da alcuni soffioni. Le *figg.* 233-234 rappresentano il complesso dell'apparecchio a concentrazione. Sotto al serbatoio K scorgonsi disposte in piano inclinato, l'uno perciò sovrastante all'altro, numerosi bacini evaporatori, di lastra di piombo, sostenuti da robusta intelaiatura di travicelli di legno. Sotto la intera serie dei bacini scorre un canale nella cui parte inferiore v'ha

(1) L'acqua è da questi sbuffi di vapore sollevata talvolta all'altezza di più metri sopra il suo livello.

un'apertura *t* che comunica con un soffione, e ne riceve il vapore acquoso. Alla parte superiore del detto canale v'ha un'altra apertura *u*, per la quale il vapore non condensato si disperde nell'atmosfera. I bacini evaporatori sono in numero di 16 disposti in due serie. Essi sono di lastra di piombo, hanno forma quadrata, ed hanno 2^m,90 di lato, 0,35 di profondità, e 0,04 di spessezza. Il liquido pertanto che è contenuto nei serbatoi I e K, si fa passare nei primi 8 bacini, e quivi si evapora per 24 ore finchè segni 2,5 all'areometro, poi è versato nei 4 bacini successivi, nei quali soggiorna ancora 24 ore e vi si concentra fino a segnare gr. 5; trascorso il qual termine si conduce per ulteriore evaporazione negli ultimi 4 bacini, nei quali finalmente acquista quel grado di concentrazione che è conveniente, perchè col raffreddamento se ne separi l'acido borico in cristalli: esso segna allora gr. 10 all'areometro.

Durante questo soggiorno nei vasi evaporatori la soluzione d'acido borico depone solfato di calce sotto forma di una crosta cristallina, la quale si va di quando in quando togliendo, e che come inutile si rigetta.

Il travasamento del liquido dalle une caldaie alle altre si fa col mezzo di sifoni.

La disposizione indicata, siccome si scorge, è quanto possa dirsi acconcia a procurare il migliore impiego possibile del calore, essendochè la soluzione trovasi sottoposta a riscaldamento maggiore quando è contenuta nelle vasche inferiori, quando cioè è pervenuta al suo massimo grado di concentramento. La temperatura dei liquidi contenuti nelle otto prime caldaie è di $+80^{\circ}$, di $+75^{\circ}$ nelle quattro di mezzo, e nelle quattro inferiori è solo di $+71^{\circ}$ o di $+60^{\circ}$. Le operazioni di travasamento facendosi ad intervalli regolari di 24 ore, si ha tutti i giorni una costante quantità di liquido concentrato, la quale si può versare nei tini nei quali si fa la cristallizzazione.

Una recente modificazione venne introdotta nella disposizione dell'apparecchio evaporatore: essa è rappresentata dalla fig. 234. La soluzione d'acido borico segnante appena 1 gr. all'areometro, si lascia in riposo nei serbatoi A e B; poi si conduce entro una larga caldaia C, dal cui orlo è poi versato lentamente sovra un piano inclinato DE di lastra di piombo, lungo 45 o 50 metri, e che presenta frequenti ondulazioni trasversali, le quali rappresentano quasi una lunga serie

di canali pei quali il liquido è costretto a scorrere percorrendo una via lenta e flessuosa prima di raccogliersi entro il bacino F, concentrato al segno che si conviene perchè cristallizzi. La maniera di riscaldamento è la stessa che nell'apparecchio precedente, il vapore di uno o più soffioni è condotto sotto il serbatoio F, per mezzo di due tubi in legno o terra cotta *gg*, percorre tutto il canale che scorre sotto il piano inclinato E D, riscalda ancora la caldaia C, e quindi si disperde per un'apertura *m*.

Il liquido delle ultime vasche, e segnante gr. 10, è sollevato o col mezzo di una pompa, od a braccia d'uomo entro il vaso R (*fig.* 233), da cui col mezzo di un canale è condotto entro un distributore che lo versa nei vasi, nei quali devesi fare la cristallizzazione: sono questi ampii tini SS di legno, coperti internamente con lastra di piombo (fig. 235):

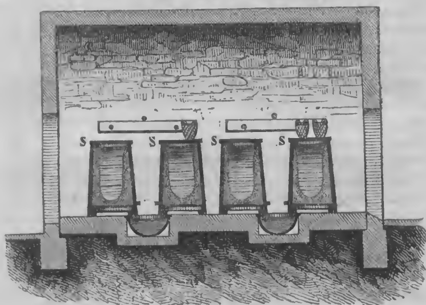


fig. 235

il liquido vi si lascia per 24 ore, a lento raffreddamento, esso depone cristalli i quali formano una crosta periferica aderente alle pareti, mentre l'acqua madre si raccoglie nel centro. Per un'apertura collocata al fondo di ciascun tino, si fa colare l'acqua, la quale si riceve entro recipienti sottostanti. L'acido borico si estrae staccandolo dai tini ed introducendolo in panieri di vimini, i quali riempiuti si la-

sciano gocciolare alquanto sopra la bocca del tino: dopc ciò l'acido è portato nell'apparecchio d'essiccazione.

Le acque madri, ricche ancora d'acido borico si portano nelle ultime caldaie qualche ora prima che termini il concentramento del liquido in esse contenuto: esse così si restringono, e forniscono nuovo acido.

L'apparecchio a essiccamento è una camera assai grande (fig. 236)

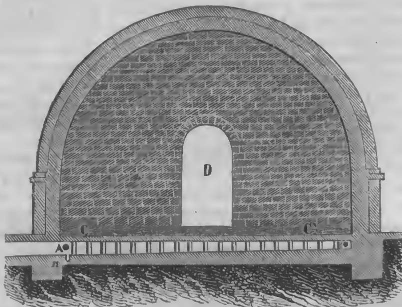


fig. 236

costrutta di mattoni bene cementati: il suo pavimento è pure di mattoni:, e sotto di esso v'ha uno spazio vuoto, o doppio fondo che tutto ne percorre l'ambito, in cui per mezzo di un'apertura A si lancia il vapore di uno o più soffioni. Circola il vapore sotto il pavimento e lo scalda, l'eccedente esce per un'apertura B, e si disperde fuori nell'atmosfera. La parete inferiore del doppio fondo è inclinata da B in A. Per tal guisa l'acqua condensata vi scorre sopra e si raccoglie verso A dove è presa da un canale *n* che fuori la conduce. D è una porta per cui s'introduce entro la camera l'acido borico ancora umido, il quale vi si dispone in uno strato C C alto 5 od 8 centimetri, e vi si lascia per 24 ore, scorse le quali esso si incassa per essere versato in com-

mercio. La produzione annua dell'acido borico è ragguardevolissima, e si eleva a circa 960,000 chil.

Il signor Payen che fece uno studio particolare della fabbricazione dell'acido borico in Toscana, e dalle cui opere abbiamo estratti i particolari sovra esposti, accenna ad alcuni accidenti, i quali talvolta incagliano il regolare procedere delle suddescritte operazioni, e dei quali farem qui breve menzione.

Il terreno mobile per sua natura, e continuamente travagliato dai vapori sotterranei, si disgrega molto facilmente. Si formano in esso spesse volte seni profondi, i quali coperti da uno strato di terra molle rimangonsi inavvertiti, ed allora soltanto si riconoscono quando un operaio, ponendovi inavvertentemente il piede, vi si sprofonda. Questo accidente non è senza tristi conseguenze, a cagione della elevata temperatura che s'incontra tosto a poca distanza dalla crosta del suolo, e più d'una volta accadde che gli operai venissero per tal modo a soffrire gravemente.

Il movimento del suolo è talvolta cagione di rovina ai lagoni nei quali si scioglie l'acido borico, le pareti dei quali appoggiate su d'una base incerta, sovente si sfasciano; questo accidente rende necessarie assai frequenti riparazioni, le quali tuttavia non tolgono che l'industria prosperamente proceda. Un altro accidente consiste nello svolgimento di strabocchevole quantità di gas acido solfidrico, che talvolta si fa dal suolo, la qual cosa però è piuttosto incomoda che pericolosa. Si svolge sempre acido solfidrico dai soffioni, e l'aria ne è assai carica intorno alle officine, e tuttavia la salute degli operai non ne è per nulla offesa, nè mai si osservò che in quelle regioni regnassero malattie dominanti che si potessero attribuire a nociva influenza atmosferica.

§. **324.** — Come si produca l'acido borico nelle viscere della terra, è questione che non ebbe finora uno scioglimento definitivo. Si crede che nella profondità della terra giaccia nascosta una grande quantità di solfuro di boro: se si supponga che in contatto con esso venga a trovarsi acqua del mare, si avrà la spiegazione dei prodotti complessi che sono forniti dai lagoni. Infatti la reazione tra l'acqua ed il solfuro di boro produrrà da una parte acido borico, dall'altra acido solfidrico: questo sprigionandosi e venendo in contatto con l'aria vi genererà acido solforico, il quale col suo contatto col terreno calcare e magnesiaco, vi produce solfato di calce e di magnesia:

la presenza di materie organiche nell'acqua marina rende ragione della presenza del solfato e del cloridrato d'ammoniaca: e finalmente la decomposizione del cloruro di magnesio dell'acqua marina ci spiega la presenza dei cloruri.

§. **325**. — L'acido borico quale si pone in commercio non è puro. Ecco i risultati analitici che ottenne Wittstein esaminandone la composizione.

Acido borico cristallizzato	76,494
Acido solforico unito all'acido borico	1,522
Solfato d'ammoniaca	8,508
» di magnesia	2,652
» di calce	1,018
» di soda	0,917
» d'ossido di ferro	0,365
» d'allumina	0,520
» di potassa	0,369
» di protossido di manganese	tracce
Cloridrato d'ammoniaca	0,298
Acido silicico	1,200
Acqua di cristallizzazione	6,557
Materia organica azotata	tracce
	100,000.

L'acido borico riuscirebbe certamente più puro se le acque madri dalle quali esso si ricava non si riconducessero nei vasi evaporatori, ma si concentrassero separatamente. I molti sali solubili che abbiamo accennato debbono per le ripetute evaporazioni concentrarsi in piccol volume d'acqua, e cristallizzare insieme coll'acido borico.

L'esperienza ha dimostrato ai fabbricanti di borato di soda artificiale, che l'acido borico di Toscana si mostra d'anno in anno più impuro, così che mentre alcuni anni in addietro esso non conteneva che 8 o 10 $^0/_0$ di impurità, ora ne presenta assai più, e talvolta fino a 25 $^0/_0$.

Egli è perciò opportuno che si conosca un procedimento, col quale si possa determinare quanto di materia utile contenga l'acido borico del commercio. A tal fine giova il procedere nel modo seguente:

Si prenderà una parte pesata d'acido borico, e si scalderà per lungo tempo alla temperatura di $+40°$ o $+50°$. La perdita in peso indicherà quanto d'acqua interposta esso conteneva. L'acido seccato alla succennata temperatura, quando fosse puro, dovrebbe contenere 43,6 0/0 d'acqua, e 56,4 0/0 d'acido reale. Esso dovrebbe essere compiutamente solubile nell'alcool caldo. Perciò dopo l'essiccamento si prende quanto si ha ottenuto d'acido borico secco, e si fa bollire con quanto basta d'alcool perchè compiuta riesca la dissoluzione. Se questa è limpida, si potrà pronunciare che l'acido era puro; se per l'incontro si ottenesse un residuo, si filtrerebbe la soluzione su d'un filtro pesato, su cui si laverebbe con alcool il residuo, poscia si asciugherebbe il filtro e la materia che esso raccolse, e si peserebbe: la differenza tra il peso ora ottenuto, e quello del filtro vuoto darebbe il peso delle materie straniere separate dall'acido borico.

§. **326**. — L'acido borico si adopera nelle arti per molti usi: le sue applicazioni sono fondate specialmente sulla proprietà di cui esso gode di combinarsi con gli ossidi metallici, e formare con essi vetri trasparenti e fusibili a non molto elevate temperature. Quindi consumasi in gran copia l'acido borico nella fabbricazione delle terraglie, dei vetri, degli smalti, nel lavorio dei metalli ecc. Di queste applicazioni diremo a suo tempo. Esso adoperasi talvolta a produrre fiamme colorate, essendochè esso gode della proprietà d'impartire alle fiamme un bel colore verde.

Silicio. Si = 267.

§. **327**. — Non si trova in natura il silicio allo stato d'isolamento; ma combinato coll'ossigeno nell'acido silicico esso abbonda nel regno minerale.

Si scoperse il silicio decomponendo uno dei suoi composti, il fluoruro di silicio e potassio, col mezzo del potassio metallico, e sotto l'influenza del calore. Descrivere il silicio, ed entrare in particolari intorno alle sue reazioni sarebbe cosa affatto inutile per noi. Gioverà pertanto che accontentandoci d'aver dette poche parole per accennarlo, passiamo tosto a studiare il composto che esso fa coll'ossigeno, ossia l'acido silicico.

Silicio ed Ossigeno.

Silice od acido silicico, $SiO^3 = 567$.

§. **328**. — Se prendasi silicio, e postolo in una cassolina di porcellana, vi si scaldi a calore rosso, in pieno contatto coll'aria, vedrassi che esso si converte in una sostanza bianca, la quale è identica colla silice. In questa mutazione il suo peso si accresce, ed in proporzione costante, in guisa che 267 di esso assorbono 300 d'ossigeno.

La natura ci presenta l'acido silicico in due stati, talvolta esso è puro, tal altra combinato coll'acqua allo stato d'idrato.

§. **329**.—Appartengono alla serie dei minerali che rappresentano la silice:

1° Il *cristallo di rocca*, o *quarzo cristallizzato*, o *quarzo ialino*, il quale ha la forma di un prisma a 6 facce terminato da piramidi esagonali per lo più oblique (*fig.* 237), spesso modificate, e senza simmetria per la preponderanza di alcune delle loro superficie. È talvolta il cristallo di rocca bianchissimo e di un'ammirabile trasparenza, talvolta è opaco o solo pellucido; frequentemente s'incontra colorato in bruno, e chiamasi *quarzo affumicato (quartz enfumé)*; colorato in giallo da sesquiossido di ferro esso prende il nome di *falso topazio*; tinto in violaceo più o meno intenso e di bella trasparenza, chiamasi *quarzo amatista*; talvolta in mezzo alla sua massa trasparente esso mostra lamelle lucenti di *mica* di color giallo, che riflettono piacevolmente la luce: ed allora esso prende il nome di *aventurina*. Tutte queste pietre si distinguono per una ragguardevole durezza, per la quale riesce malagevole di lavorarle e conformarle a talento dell'artefice.



fig. 237

2° L'*opale orientale*, che è un composto di silice e d'acqua, e che i gioiellieri apprezzano singolarmente quando, per una particolare disposizione delle sue molecole, riflette i colori dell'iride

3° Le *agate*, le quali si distinguono facilmente alla loro struttura, che indica chiaramente essere esse risultanti dalla sovrapposizione di strati successivi di materia traslucida, raramente trasparente, per lo più di colori diversi, onde esse prendono l'aspetto dell'alabastro. Spesso le agate si presentano siccome noccioli più o meno sferici, vuoti nel centro, esternamente formati da materia stratificata, internamente coperti da una congerie di cristalli bianchi o variamente colorati. Le agate prendono diverso nome secondo l'aspetto che esse presentano: così chiamansi *calcedonie* quelle che sono di un grigio chiaro perlato e semitrasparenti, *cornaline* o *corniole* quelle che sono colorate in rosso di sangue, *safirine* quelle che sono tinte in azzurro chiaro, *onici* quelle che si mostrano formate di strati sovrapposti alternanti bianchi e neri o d'altro colore scuro.

4° La *silice piromaca* o *pietra focaia*, la quale contiene 1 $^0/_0$ di allumina, ma essenzialmente è formata da silice ed acqua. Trovasi in massi globosi o tubercolosi talvolta ramificati; è meno trasparente che l'agata: recentemente estratta facilmente si rompe e si sfalda in scaglie o lamelle: talvolta è bianca, talaltra è tinta in rosso od in nero.

5° L'*idrofana*, specie assai somigliante alla silice piromaca, la quale si distingue specialmente per questo carattere, che quando è asciutta, tuttochè tagliata in lamelle sottili, non dà passaggio alla luce, ma diventa compiutamente trasparente quando si tenga per qualche tempo immersa nell'acqua.

6° Il *tripoli*, sostanza ordinariamente colorata in giallo da ossido di ferro, facile a ridursi in polvere, e che reputasi formata da una congerie di piccole spoglie silicee di crostacei infusorii.

7° I *diaspri*, dei quali alcuni colorati in rosso uniforme quasi di sangue, od in verde, od in giallo; altri variegati o formati di strati paralleli, di colori alternanti rossi, verdi ecc. Pietre queste che sono costituite da una pasta essenzialmente silicea resa opaca e colorata da oss.di metallici.

8° Il *quarzo amorfo*, che è silice anidra e pura, talvolta colorata da piccola proporzione d'ossido di ferro, pietra che si rinviene nelle rocce cristallizzate, e che ha una frattura scagliosa.

9° Finalmente i *gres*, le *arenarie*, le *sabbie quarzose*, formate evidentemente da minuti frantumi di masse silicee, talvolta agglutinati insieme in guisa da prendere una durezza ragguardevole, come accade nelle pietre da arrotini.

Tutte queste naturali produzioni sono infusibili di per sè quando si sottopongono alla fiamma del cannello; si fondono tuttavia se vengano a soggiacere all'altissima temperatura della fiamma di un misto d'idrogeno ed ossigeno, o quando vengano scaldate in mescolanza con un alcali od un carbonato alcalino: non si sciolgono negli acidi.

§. 330. — Come si scorge da quanto abbiam detto, il tipo della silice od acido silicico si rinviene in natura nel quarzo cristallizzato, o cristallo di rocca incoloro e puro. Con esso possiamo procurarci l'acido silicico puro quale si adopera ne' laboratorii.

A preparare acido silicico si prende cristallo di rocca purissimo, si scalda a calore rosso entro un crogiuolo, quindi si tuffa rapidamente entro acqua fredda. Quest'operazione non ha altro scopo che quello di rendere friabile e facile a ridursi in polvere la massa del cristallo, il quale senza di ciò presenterebbe una resistenza ed una durezza, che male si potrebbe vincere coi mezzi meccanici dei quali possiamo disporre nei laboratorii. Egli è evidente che la disgregazione del cristallo si fa nell'atto in cui esso dilatato dal calore passa rapidamente a bassa temperatura: lo strato più esterno, che immediatamente sente il contatto dell'acqua fredda, si restringe mentre ancora dilatati si trovano gli strati sottoposti, e da essi si distacca, e così fanno successivamente gli strati seguenti. Il cristallo così trattato si può facilmente polverizzare in un mortaio di ferro o di bronzo, od anche di porcellana.

Ridotto il quarzo a questo stato di divisione si mesce con 4 o 5 volte il suo peso di carbonato di potassa, e con esso si scalda a temperatura elevata: il miscuglio si strugge od almeno si rammollisce. Quando si giunge alla fusione esso si presenta come una massa vetrosa. Dopo il raffreddamento si tratta il prodotto ottenuto con acido cloridrico, che lo discioglie per lo più compiutamente, talvolta lasciando un residuo di quarzo che non sofferse chimica alterazione. Il liquido, filtrato se torbido, si evapora entro una cassola di porcellana, il residuo che esso lascia si scalda a temperatura qualche tempo sostenuta di +300° incirca. Con ciò se ne discacciano vapori d'acido cloridrico: cessato lo sprigionamento di questi si ridiscioglie la massa con acqua, la quale lascia un residuo insolubile che è la silice od acido silicico in polvere sottilissima. Se questa si mostrasse colorata alquanto in giallo, il che dovrebbe attribuirsi a qualche

piccola quantità d'ossido di ferro, sarebbe mestieri trattarla a caldo con un poco d'acido cloridrico, quindi lavarla con acqua, e seccarla.

La preparazione che abbiamo descritta ci fornisce acido silicico identico al cristallo di rocca, ma sommamente diviso.

§. **331**.—Se a vece di procedere come fu detto, si prenda il quarzo in polvere, e si strugga con 4 o 5 volte il suo peso di potassa caustica in un crogiuolo d'argento (1), si otterrà una massa interamente solubile, che sarà una combinazione di silice e di potassa con eccedenza di questa. Sciolgasi questa massa nell'acqua, si avrà un liquido dotato di reazione alcalina potente, che gli antichi chimici chiamavano *liquor silicum*, o liquor di selce, o vetro solubile, ed in cui versando a poco a poco acido cloridrico, o solforico, od acetico, si produrrà un precipitato gelatinoso, voluminoso assai, il quale si potrà separare dal liquido per mezzo della filtrazione. Se a vece di fermarsi al punto della compiuta saturazione del liquido alcalino, formatosi il precipitato, si continua nell'addizione dell'acido, specialmente se si adoperi acido cloridrico, si osserverà dileguarsi interamente il precipitato medesimo, e farsi limpido il liquido. Da questo si può nuovamente ricuperare insolubile la silice, quando si evapori a secco, e si scaldi il residuo fino a +300° incirca, e la massa ottenuta si ripigli con acqua calda.

Se il precipitato gelatinoso, ottenuto colla saturazione del liquore di selce, si lava con acqua, si può facilmente riconoscere che esso non è privo di solubilità in questo liquido. Se dopo la lavatura se ne prende alquanto e gli si aggiunge una soluzione di potassa o di soda caustica, lo si scorge dileguarsi rapidamente e disciogliersi.

Prendasi finalmente lo stesso precipitato gelatinoso, e si sottoponga alla calcinazione, lo si vedrà perdere la sua consistenza gelatinosa, ristringersi notevolmente a minor volume, e convertirsi in una polvere bianca, la quale cimentata cogli acidi vi si mostrerà interamente insolubile, non si scioglierà che con difficoltà negli alcali caustici, e per combinarsi con questi avrà mestieri di essere con essi riscaldata a temperatura elevata. Questi fatti, dai quali viene chiaramente dimostrata l'indole della silice, meritano qualche dichiarazione.

(1) Per questa operazione non servirebbe nè un crogiuolo di platino che soffrirebbe grave guasto dall'alcali, nè un crogiuolo di porcellana che verrebbe corroso e disciolto dalla potassa.

Il quarzo o cristallo di rocca è, nel suo stato naturale, da considerarsi come silice pura; esso è insolubile nell'acqua ed insolubile negli acidi. Esso non ha azione veruna sovra i reagenti che svelano la presenza degli acidi, e non ha sapore che ne dimostri l'acidità. I chimici tuttavia s'accordano nel porlo nel novero dei corpi acidi, e lo chiamano acido silicico. La sua acidità si dimostra apertamente quando si sottopone all'azione del calore in presenza d'un alcali o d'un carbonato alcalino: infatti esso si combina colla base che gli si presenta, e forma un composto salino in cui esso si comporta come componente elettro-negativo; e questa combinazione si fa con effervescenza per sprigionamento d'acido carbonico quando la base è allo stato di carbonato. La potenza acida della silice si mostra grandemente energica sotto la forza del calore, per modo che gli stessi solfati ne vengono decomposti, risultandone silicati delle basi, e sprigionandosi l'acido solforico, il quale si risolve nei suoi composti acido solforoso ed ossigeno. Quando l'acido silicico si combina con una base alcalina, quale è la potassa, e questa trovasi in eccedenza, ne risulta un silicato il quale è solubile nell'acqua. Se alla soluzione di questo composto si aggiunge un acido, il silicato verrà decomposto e con deposizione d'acido silicico. Si osservi a questo proposito che per via umida non v'ha forse acido che più sia debole che il silicico; per modo che a decomporre i silicati sciolti nell'acqua basta l'acido carbonico: così una soluzione di silicato di potassa abbandonata all'aria s'intorbida per deposizione d'acido silicico, mentre la potassa fa passaggio allo stato di carbonato. Non è adunque meraviglia se gli acidi più potenti che il carbonico aggiunti ad una soluzione di un silicato, ne isolino l'acido silicico, formandovi un precipitato.

L'acido silicico che in queste circostanze si precipita, è combinato con acqua; quindi l'aspetto suo gelatinoso, la sua semitrasparenza. In questo stato l'acido silicico si trova disposto ad entrare in combinazione colle basi, il che sembra doversi attribuire allo stato di attenuamento e di rigonfiamento che la sua massa vi ha in grazia della sua combinazione coll'acqua. Quindi la soluzione di potassa o di soda aggiunta al liquido entro cui esso è sospeso, lo fa compiutamente scomparire; formasi in questa reazione silicato alcalino con eccedenza di base.

In questa condizione inoltre d'idratazione l'acido silicico, come in genere gli acidi i più deboli del regno minerale, si mostra disposto

a combinarsi cogli acidi, e vi si scioglie veramente in modo sensibile. Nell'acido cloridrico il suo disciogliersi procede con somma facilità. La reazione consiste in uno scambio di componenti in cui l'ossigeno della silice si combina coll'idrogeno dell'acido cloridrico, onde risulta acqua, mentre il silicio unendosi col cloro dell'acido cloridrico forma cloruro di silicio, solubile nell'acqua e specialmente nell'acido cloridrico.

Come poi dalla soluzione di cloruro di silicio si possa ricuperare l'acido silicico allo stato insolubile, si comprende facilmente. Quando si evapora la suddetta soluzione, e se ne scaccia l'eccedente acido cloridrico, si giunge ad un punto in cui il cloruro di silicio e l'acqua reagiscono reciprocamente l'uno sull'altra, per modo che il cloro del cloruro unito all'idrogeno dell'acqua produce acido cloridrico, ed il silicio unito all'ossigeno forma acido silicico. Questa permutazione di componenti si effettua sotto l'influenza del calore, onde l'acido silicico risulta insolubile nell'acqua.

Rappresentiamo con formole le reazioni suddette.

L'acido silicico ammettesi dai chimici siccome composto da

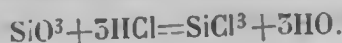
1 eq. di silicio	= 267
3 eq. di ossigeno	= 300
	567

La sua formola è perciò SiO^3; essa corrisponde alla composizione in 100 che l'esperienza vi ha svelata, cioè:

Silicio	47,09
Ossigeno	52,91
	100,00

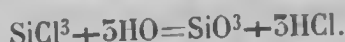
Allorquando si precipita l'acido silicico da un silicato solubile, esso è in combinazione con una quantità d'acqua che non venne esattamente determinata. Seccato nel vuoto perde gran parte di questa, ritenendone tuttavia ancora tanto da costituire con esso un composto definito che fu conosciuto dal Doveri, ed in cui 83,44 d'acido silicico si trovano uniti con 16,56 d'acqua, la cui formola è perciò SiO^3,HO. Questo monoidrato sottoposto all'azione del calore si decompone e si converte in SiO^3.

Allorquando l'idrato d'acido silicico solubile negli alcali reagisce coll'acido cloridrico in eccedenza, ha luogo la reazione sovraccennata, per cui risulta cloruro di silicio ed acqua.



$$SiO^3+3HCl=SiCl^3+3HO.$$

Quando poi la soluzione di questo si evapora esso si decompone in acido silicico ed in acido cloridrico secondo la formola



$$SiCl^3+3HO=SiO^3+3HCl.$$

§. **332.** — Fra le proprietà dell'acido silicico questa debbesi specialmente ricordare, di essere solubile nell'acido fluoridrico (§. 295).

Abbiamo già detto come allorquando si fa reagire acido solforico concentrato SO^3,HO sovra il fluoruro di calcio $CaFl$, si ottiene un corpo gasoso che è l'acido fluoridrico.

Facciasi ora un miscuglio di parti eguali di fluoruro di calcio e di quarzo ridotto in polvere, poi introdotto questo miscuglio entro un pallone di vetro vi si aggiungano 6 parti d'acido solforico concentrato. Al collo del pallone si unisca un tubo abduttore, e questo si faccia immergere in un bagno di mercurio (*fig.* 238). Scaldisi quindi

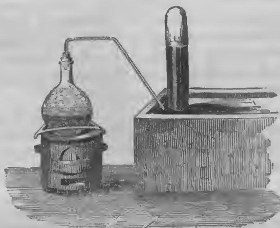
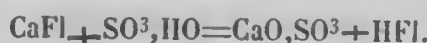


fig. 238

il pallone a lento fuoco. Si sprigionerà dal miscuglio che esso contiene un corpo gasoso, che si potrà raccogliere entro campanelle od altri recipienti pieni di mercurio e capovolti sul bagno. Il gas che così si otterrà sarà il fluoruro di silicio.

Qual sia la reazione che da origine a questo prodotto è facile a comprendersi. Dalla mescolanza d'acido solforico e fluoruro di calcio si genera acido fluoridrico, secondo la formola



$$CaFl + SO^3,HO = CaO,SO^3 + HFl.$$

Ora l'acido fluoridrico trovasi in contatto con la silice SiO^3, e qui ha luogo scambio di componenti per cui il silicio s'impadronisce del fluorio e forma fluoruro di silicio, mentre l'ossigeno della silice si unisce all'idrogeno dell'acido fluoridrico e genera acqua. Per ciò è d'uopo immaginarsi che 1 eq. d'acido silicico reagisca con 3 eq. d'acido fluoridrico secondo la formola



$$SiO^3 + 3HFl = SiFl^3 + 3HO.$$

La reazione che abbiamo così considerata siccome divisa in due fasi distinte, ha luogo tutto in un tratto nella mescolanza di silice, fluoruro di calcio, ed acido solforico, onde tosto ne emerge il fluoruro di silicio.

Questo corpo, il fluoruro di silicio, è naturalmente gasoso, incoloro, trasparente; ha una densità eguale a 3,6; ha odore pungente e soffocante, non alimenta la combustione, e non è permanente, poichè convenientemente compresso e raffreddato si liquefà. In contatto dell'aria perfettamente secca si conserva trasparente, se l'aria è anche poco umida esso vi si spande con densi fumi bianchi. Questo ultimo fatto è dipendente da una reazione che l'acqua esercita sovra di esso, e su cui è mestieri ci fermiamo alquanto.

§. **333.** — Il composto $SiFl^3$ allorquando viene a contatto coll'acqua si decompone in parte generando acido silicico ed acido fluoridrico; si comprende facilmente che ciò avviene per doppia decomposizione tra 1 equiv. di fluoruro di silicio e 3 equiv. d'acqua.



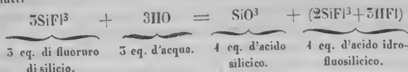
$$SiFl^3 + 3HO = SiO^3 + 3(HFl).$$

Si supponga ora che si abbiano 3 eq. di fluoruro di silicio $3SiFl^3$, e che questi reagiscano con 3 eq. d'acqua 3HO, avremo per risultato 3 equiv. di acido fluoridrico e 2 equiv. di fluoruro di silicio non decomposti, e ne uscirà insieme con un equivalente d'acido silicico un composto singolare, il quale si dovrà rappresentare così



$$2SiFl^3 + 3HFl.$$

Infatti



$$3SiFl^3 + 3HO = SiO^3 + (2SiFl^3 + 3HFl)$$

È questo un acido particolare che per la sua composizione chiamasi idrofluosilicico, ossia fluoruro di silicio e d'idrogeno.

Questo composto si può preparare comodamente nel modo seguente. Si fa da un pallone di vetro (*fig.* 238) estricare il gas fluoruro di silicio; questo col mezzo di un tubo si conduce in fondo ad un bicchiere assai ampio, in cui si pone dapprima uno strato di mercurio di qualche centimetro, in cui peschi l'estremo aperto del tubo, quindi uno strato d'acqua distillata. Si scalda il pallone, il gas vinta la resistenza del mercurio in cui s'immerge, gorgoglia attraverso all'acqua e quivi reagisce con essa: ad ogni bolla che passa per essa scorgesi formarsi una specie di guaina semi-diafana, bianca, insolubile, la quale è di silice idratata proveniente dalla parziale decomposizione del fluoruro di silicio; frattanto il liquido acquista una forte acidità,



fig. 238

e scioglie il corpo che fu più sopra descritto, cioè il fluoruro di silicio e d'idrogeno od acido idrofluosilicico



$$2SiFl^3 + 3HFl.$$

Colla filtrazione si separa facilmente la silice dall'acido; la silice lavata con acqua, e quindi calcinata, si converte in acido silicico anidro.

§. 334.—Ciò che abbiam detto finora intorno alla produzione del fluoruro di silicio e dell'acido idrofluosilicico, ci spiega come l'acido fluoridrico corroda ed intacchi violentemente tanto la silice quanto i composti nei quali essa si trova combinata con ossidi metallici. Così se si aggiunga silice gelatinosa ad acido fluoridrico liquido, la silice vi si discioglierà, talchè si otterrà acido idrofluosilicico. Se si esponga una lastra di vetro al vapore dell'acido fluoridrico, se ne vedrà la superficie prontamente intaccata, appannata, e per lungo contatto profondamente corrosa. Ond'è che l'acido fluoridrico riesce di grande utilità per l'incidere ed il disegnare sul vetro, del che ci tornerà in acconcio tener nuovamente discorso quando ci toccherà parlare della fabbricazione del vetro, del cristallo, e dei varii modi di lavorare queste sostanze.

Questa maniera di comportarsi dell'acido fluoridrico con la silice ed i silicati, ci fornisce un mezzo facile per riconoscere i fluoruri metallici, e distinguerli da altri composti coi quali essi potessero confondersi. Infatti ridotto il composto, che si sospetta essere un fluoruro, in polvere sottile, s'introduca entro un tubetto da prova ben pulito, poscia vi si aggiunga alcun poco d'acido solforico concentrato, e si scaldi il miscuglio; dopo qualche minuto si cessi dal riscaldamento, si lavi il tubo internamente per toglierne tutto il residuo della reazione, e se ne esamini la superficie interna; se la materia esplorata era un fluoruro, si scorgerà che il vetro ha sofferta una più o meno profonda corrosione, e ciò si renderà ancor più visibile quando la superficie corrosa siasi perfettamente asciugata, nel qual caso essa si sarà resa semidiafana, come se fosse consumata per meccanico fregamento con smeriglio o sabbia.

§. 335. — Le differenti specie di silice che la natura ci fornisce servono ad usi diversi, dei quali farem qui breve e sommaria enumerazione.

Il quarzo ialino, o cristallo di rocca, quando è affatto incoloro e di perfetta trasparenza, serve alla confezione di oggetti d'ornamento, di monili, e simili. Gli antichi Romani ci lasciarono lavori pregevoli di questa sostanza, che sono testimonii di quanto essi valessero nell'arte del lavorare le pietre dure: ai nostri giorni il cristallo di rocca è meno ricercato, dappoichè l'arte di fabbricar vetri venne portata ad alto grado di perfezionamento: i cristalli che ora si fabbricano non la cedono in nulla per bianchezza e per trasparenza al quarzo

ialino, e per soprappiù sono assai più facili a lavorarsi. Il quarzo infatti è tra i corpi i più duri; ad intaccarlo e pulirlo vuolsi ricorrere alla polvere di diamante ed allo smeriglio, siccome pure a forarlo od inciderlo è mestieri adoperare trapani e punte di diamante. Più ricercata è la varietà di quarzo cristallizzato, che, colorata in violaceo dall'ossido di manganese, prende il nome di amatista. Raro è tuttavia il trovarne grossi pezzi, nei quali il colore sia uniforme, ond'è che questa pietra non si presta che ad opere di picciol volume. Essa si lavora colla polvere di diamante siccome il quarzo ialino, e si pulisce col tripoli. Il suo colore si marita bene con quello dell'oro. Le altre specie di quarzo cristallizzato che abbiamo menzionate si adoperano esse pure nell'arte del gioielliere.

L'opale, quando riflette piacevolmente i raggi della luce, refrangendola nei diversi colori dell'iride, prende posto tra le pietre di assai grande valore.

Le agate, tuttochè sieno meno belle delle specie di quarzo precedentemente accennate, stanno tuttavia tra le pietre delle quali si vale l'arte del gioielliere.

Se ne fanno talvolta piccole sfere, le quali traforate ed infilate con filo elastico formano braccialetti o collane; talaltra se ne puliscono lastre assai larghe, le quali insiem connesse con filetti e cordoncini dorati si conformano in cofanetti o scatole di aspetto assai elegante, ecc.

Sono noti i lavori antichi e moderni d'incisione chiamati cammei, nei quali l'artefice ora incide in incavo, ora scolpisce in rilievo teste o figure intere d'uomini, di animali e simili. Alla scoltura in rilievo si prestano specialmente le agate a strati sovrapposti di colori diversi, siccome le onici. L'artefice spesso trae partito di quegli strati diversi per rendere più bello l'effetto del suo lavoro, facendo in guisa che le diverse parti del soggetto che rappresenta vi riescano diversamente ed acconciamente colorate. Nel qual magistero eccellenti si mostrarono gli antichi scultori.

Ma specialmente preziosa riesce l'agata al chimico, perciocchè con questa sostanza si fanno mortai e pestelli, dei quali egli si vale per triturare e ridurre in polvere corpi di ragguardevole durezza, che non potrebbero polverizzarsi in mortai di porcellana o di vetro o di sostanza metallica.

Pregevoli sovra ogni altro sono i mortai, i quali sono formati da una pasta omogenea semidiafana; alcuni mostrano la loro massa attraversata da striscie o linee, le quali accennano alla giustapposizione di masse non compiutamente consolidate: siffatti mortai facilmente si rompono, sia per urti meccanici sia per cangiamenti di temperatura.

Egli è dalla Germania, e specialmente da Oberstein nel Palatinato, che si versa in commercio la maggior parte delle agate lavorate d'ogni maniera. Il primo lavoro che le digrossa, si fa premendo l'agata greggia sovra una ruota di pietra silicea dura (gres) messa in rapidissimo movimento da una macchina idraulica. La ruota girante è continuamente umettata con acqua. L'operaio sta coricato boccone sovra un cavalletto che lo sostiene a poca altezza dal suolo dell'officina, ed in posizione orizzontale, tiene tra le mani il pezzo d'agata che lavora, e lo preme contro la ruota girante; ed affinchè la pressione sia più valida, egli appoggia e spinge i suoi piedi contro due piccoli pali infitti nel suolo: le agate lavorate, ma ancora rozzamente, sono quindi pulite sopra cilindri di legno tenero giranti velocemente intorno al loro asse, e spalmati di una terra silicea analoga al tripoli.

Non ultimo tra gli usi delle agate è quello di servire alla confezione dei brunitoi, coi quali gl'indoratori, gli argentieri danno all'oro ed all'argento il lustro metallico, fregandone la superficie ancora velata, comprimendone così ed eguagliandone le irregolarità che si oppongono ad una perfetta riflessione della luce.

La silice piromaca, o pietra focaia, fu per lungo tempo d'uso generale per la sua proprietà di dare scintille quando viene percossa dall'acciaio, proprietà che essa d'altronde divide col quarzo cristallizzato. Per lungo tempo ad ottener fuoco non si ebbe ricorso che ad una pietra focaia tagliata a modo di rettangolo, che si copriva con un pezzo d'esca ben secca in modo che il lembo di questa collimasse coll'orlo della pietra, contro il quale percuotevasi colla costa d'una lastrella d'acciaio. Una scintilla eccitavasi dal cozzare dell'acciaio colla pietra, e toccava l'esca che tosto si accendeva.

Egli è facile il comprendere per qual guisa si produca il fuoco con questo modo di operare. La silice più dura dell'acciaio stacca da questo sottili particelle sotto il cozzo che ne riceve; ciò non può farsi che con una violenza, per la quale si produce un'elevata temperatura, capace di portare all'incandescenza le particelle d'acciaio distaccate,

le quali in contatto coll'aria vi bruciano scintillando. Se nell'atto della combustione esse cadono su d'un corpo molto accensibile siccome l'esca, ne determinano l'accensione. Che la cosa succeda nel modo accennato si può dimostrare con un semplice sperimento, eccitando replicate volte scintille coll'acciarino, e tenendo questo e la pietra sovra un largo foglio di carta pulita. Dopo alcuni colpi d'acciarino la carta si troverà coperta di numerosi grani minuti d'una materia quasi fusa, la quale non è che ossido di ferro.

La pietra focaia, ora fanno pochi anni, era una parte essenziale delle armi da fuoco; ad accendere la polvere contenuta nella canna di un fucile facevasi battere sulla martellina dell'acciarino la pietra focaia portata dal cane, a cui dava movimento l'elasticità d'una molla, che scattava quando si comprimeva il grilletto dell'arma; la martellina percossa dalla silice dava scintille, e cedendo all'urto ricevuto scopriva, movendosi su d'un pernio, lo scodellino su cui era collocata poca polvere, comunicante colla carica per mezzo del focone. Sulla polvere cadevano le scintille, e l'accendevano, e la combustione sua comunicavasi alla polvere della carica, la quale scoppiava spingendo il proiettile.

L'estrazione delle pietre focaie, e l'arte del tagliarle davano in allora lavoro e pane a migliaia d'operai in Francia, in Inghilterra, in Ispagna ecc. Queste pietre trovansi costantemente sotto forma di noccioli od arnioni di forma sferica o tuberosa irregolare; recentemente estratte esse cedono facilmente a colpi di martello, e gli operai intelligenti riuscivano facilmente, coll'uso di strumenti opportuni di ferro e d'acciaio, e con colpi ben misurati, a sfaldarle in iscaglie di forma acconcia ai diversi usi.

L'invenzione dei solfanelli a fregamento, e quella dei cappelletti fulminanti per l'uso delle armi da fuoco, tolsero ogni pregio alla pietra focaia, la quale più non si adopera che nelle campagne le più lontane dai centri industriali.

Usasi il tripoli siccome sostanza atta a consumare, ma debolmente, i corpi duri, epperciò s'impiega a pulire i vetri, i cristalli, a dare splendore ai metalli, ecc. Se ne conoscono diverse sorta; quello che s'impiega più spesso presso di noi è di colore giallo, e dolce al tatto, perciocchè la sua grana è assai fina.

I diaspri si annoverano tra le pietre più dure. Pregiansi questi specialmente, o quando il loro colore è uniforme e vivace, o quando

risultano da strati alternanti colorati in modo da contrastare piacevolmente tra loro. Usavano gli antichi scolpire su questa pietra siccome l'attesta la storia romana. È impiegata al presente nei mosaici coi quali si imitano e si eternano a Fiorenza ed a Roma i capolavori dell'arte pittorica.

Il quarzo amorfo non si presta a lavori d'arte, poichè non è dotato nè di trasparenza nè di uniformità nella sua massa. Opaco, di frattura scagliosa, duro tuttavia come il quarzo cristallizzato, incontrasi però in molto maggior copia in natura, nelle rocce silicee di antica formazione, e nei letti dei torrenti e dei fiumi, che lo trascinano a ciottoli nelle pianure. Esso è spesso leggermente colorato in rosso od in giallo da alquanto ossido di ferro che gli aderisce. La sua applicazione più frequente è l'impiego suo nella fabbricazione del vetro; e poichè esso è corpo sommamente refrattario, così si usa altresì nella composizione dei mattoni refrattarii destinati alla costruzione di forni fusorii od a riverbero. A mescerlo cogli altri componenti del vetro, o con l'argilla per farne mattoni refrattarii, è d'uopo che esso venga ridotto in polvere, la qual cosa sarebbe quasi impossibile se non gli si facesse soffrire un'alterazione fisica per la quale esso si disponga ad una facile triturazione. Per tal fine i ciottoli o le masse di quarzo si pongono in un forno a riverbero, e vi si scaldano a roventezza, quindi si estraggono, e si tuffano repentinamente entro acqua fredda. Quest'operazione producendo un rapido raffreddamento alla superficie dei ciottoli, ne restringe violentemente gli strati più superficiali, i quali si distaccano dai sottoposti non ancora raffreddati; questi raffreddati a loro volta si separano dagli strati più profondi, per modo che la pietra ridotta ad essere fredda, più non è costituita che da una congerie di parti minute ancora aderenti ma debolmente, e che facilmente si distaccano le une dalle altre sotto una forza leggera del martello o della macina.

I gres quarzosi, quando hanno compacità e resistenza, si usano in molte circostanze tanto nella costruzione quanto nel selciato delle vie. Così la città di Parigi e le vie maestre che ne partono sono selciate con cubi di gres compatto, che si trova nelle foreste di Fontainebleau. Usansi alcuni gres compatti e di grana più o meno fina a fabbricare le ruote da arrotino, colle quali si affilano gli strumenti da taglio, le *coti*, delle quali si servono i villici per affilare le falci

ed i coltelli, le ruote che si usano per intagliare il vetro, per pulire e lavorare le agate ecc.

Alcune di queste pietre, dotate di maravigliosa porosità, ricevono un'utile applicazione nella costruzione dei filtri domestici, destinati a far limpida l'acqua dei fiumi prima che si adoperi ad uso di bevanda.

Le sabbie silicee bianche, formate da grani sottilissimi di quarzo talvolta in minutissimi cristalli, servono molto acconciamente alla fabbricazione dei vetri, dei cristalli, della porcellana.

Finalmente le sabbie quarzose a grana alquanto grossa, e prive di materie terrose, s'impiegano come materiale da costruzione alla formazione della malta, colla quale si uniscono i mattoni e le pietre, e s'incrostano le pareti delle nostre abitazioni.

FINE DEL PRIMO VOLUME.

TAVOLA

DELLE

MATERIE

pag.	lin.	ERRORI.	SI LEGGA.
25	13	depurazione,	depurazione
34	24	esige 323 gradi	esige 360 gradi
35	18	i tre numeri	i quattro numeri
72	5	e delle basi	e le basi
id.	8	$2=(SO^3)$	$2(SO^3)$
id.	31	HO,+*Zn*+SO3	HO+*Zn*+SO3
79	1	semplice, e poco	semplice. E poco
81	6	bottiglia od una	bottiglia od in una
83	23	lo zinco che il ferro	che il ferro lo zinco
86	27	di 100 o non	di 1000 non
89	6	visibilmente	prontamente
90	10	Campana D	Campana D (*fig.* 34)
id.	29	tubo *a*	tubo C
94	1	fig. 56	fig. 58
id.	31	la chiave *n*	la chiave U
95	2	Acqua HO=12,5	Acqua HO=112,5
id.	12	bottiglia da cui	bottiglia A, da cui
105	23	materie grasse	materie gasose
109	17	fondo.	fondo. La caldaia A, e il tubo BFC sono pieni d'acqua.
116	17	l'etere a+37	l'etere a+35,6
179	29	si riempisce	si riempisca
181	12	1 : 1,840	1 : 1,850
190	*Col.* 1ª	1,2949	1,2459
id.	*id.*	1,3327	1,3217
216	13	pesa 0,768	pesa gr. 0,768
217	23	3+12,5	3×12,5=37,5
230	10	pesa 2,336	pesa gr. 2,336
231	28	acido solforico	acido solforico del commercio
233	15	(§. 162)	(*pag.* 251)
261	9	esterna; ed *e*	esterna, ed *e*
267	34	1,293	gr. 1,293
268	29	1,430	gr. 1,429
292	6	di ferro *w*	di ferro W
329	13	8 ,10	8 o 10
343	6	quali si riposa	quali riposa
345	37	e 167.	168.
350	24	solfo, in 24 ore	solfo in 24 ore,
357	13	dei più pesanti.	dei gas più pesanti.

